©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Beiträge zur Lehre von der Athmungsinnervation.

Von Prof. Dr. **Philipp Knoll.**

Vierte Mittheilung.

(Mit 5 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 22. November 1883.)

Athmung bei Erregung der Vaguszweige.

Einleitung.

Die Untersuchungen über die Veränderungen der Athmung bei Reizung der Vaguszweige sind verhältnissmässig spärlich gegenüber jenen über die Veränderungen der Athmung bei Reizung des Vagusstammes. Da nun einerseits bei diesen Untersuchungen keine Übereinstimmung der Resultate erzielt wurde, und manche Detailfragen gar nicht oder nur ganz flüchtig bearbeitet wurden, während anderseits doch die Prüfung des Vagus in seinen einzelnen Verbreitungsbezirken einen besseren Einblick in seine Beziehungen zu den Athembewegungen sowohl unter normalen, wie unter anormalen Verhältnissen in Aussicht stellte, als die Reizung des Nervenstammes selbst, so ging ich an eine neuerliche, eingehende Untersuchung des fraglichen Gegenstandes. Ich sah mich hiezu um so dringender veranlasst, als ich von einer Verwendung verschiedenartiger, am Halsvagus zu differenten Veränderungen der Athembewegungen führender Reize [1] an den Vaguszweigen eine Entscheidung der in meinem zweiten Beitrage zur Lehre von der Athmungsinnervation (p. 495) aufgeworfenen Frage erwartete, ob die Wirkung gewisser, auf den Halsvagus applicirter Reize auf die Erregung besonderer

[1] Beiträge zur Lehre von der Athmungsinnervation. Zweite Abtheilung. Diese Sitzungsber. 86. Bd., III. Abth., Juli-Heft 1882.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

(inspiratorisch wirkender) Fasern in diesem Nerven zu beziehen sei.

Als Versuchsthiere benützte ich vorwaltend Kaninchen, namentlich darum, weil diese Thiere ohne jede Narkose in der Regel sehr gleichmässig athmen, wenn man sensible Erregung derselben durch Geräusch, Erschütterung u. dgl. vermeidet. Zur Lösung bestimmter Fragen verwendete ich auch Katzen und Hunde, was im Laufe des Berichtes über die Versuchsergebnisse besonders hervorgehoben werden wird. Die Beobachtung der Athmung geschah fast durchwegs mittels der in meinem ersten Beitrage zur Lehre von der Athmungsinnervation angegebenen Methoden, und zwar bei Kaninchen vorzugsweise vom Mediastinum aus, da die Eingriffe an den feinen Vaguszweigen am Halse die Beseitigung aller den Hals theilweise verdeckender Vorrichtungen wünschenswerth machte. In einzelnen Fällen griff ich ausserdem zur Verzeichnung der respiratorischen Volumschwankungen des Versuchsthieres mittels eines von mir vor längerer Zeit beschriebenen Apparates.[1]

Die stets, mindestens im Verlaufe des Experimentes erfolgende Anlegung einer Trachealfistel geschah fast ausnahmslos dicht an der oberen Brustapertur. Beim Einbinden einer Trachealcanüle wurden die Nervi laryngei inferiores stets sorgfältig geschont. Hunde wurden durch subcutane Morphiumeinspritzung, Katzen durch Chloroforminhalation narkotisirt. Bei Kaninchen wurden Narkotika nur ausnahmsweise und zwar nur mit Rücksicht auf gewisse, besonders hervorzuhebende Detailfragen verwendet.

Indem ich hinsichtlich der Literatur des Gegenstandes dieser Mittheilung im Allgemeinen auf die jüngst erschienene zusammenfassende Darstellung J. Rosenthal's[2] verweise, muss ich doch zweier später veröffentlichter, hieher gehöriger Arbeiten besonders gedenken. In der einen dieser Arbeiten[3] parallelisirt François-Franck den Nervus laryngeus superior hinsichtlich seiner Beziehung zu den Athmungsorganen mit gewöhnlichen sensiblen

[1] Über Reflexe auf die Athmung u. s. w. Diese Sitzungsber. 68. Bd., III. Abth., Dec.-Heft 1874, p. 2—3 d. Sep.-Abdr.

[2] Archiv von Du Bois-Reymond f. Physiol. 1881, p. 49—55.

[3] François-Franck. Travaux du laboratoire de Marey, Tome IV Paris, Mason 1880, p. 281 ff.

Nerven, weil er bei der „brüsken“ Ligatur desselben vorwaltend inspiratorische Wirkungen erhielt (l. c. p. 354). Bei Reizung des centralen Depressorstumpfes beobachtete er Vertiefung der Athmung (l. c. p. 382) und bei „heftiger Erregung der inneren Membran des Herzens“ durch intravenöse Injection starker Lösungen von Chloralhydrat bei Kaninchen und Katzen Stillstand derselben (l. c. p. 383 und 382).

Bei Reizung des kopfwärts gelegenen Stumpfes des in der Mitte des Halses durchtrennten Nervus laryngeus inferior constatirte er bei Katzen und Hunden Veränderungen der Circulation (l. c. p. 366) und eventuell auch der Respiration (p. 367), die er auf Erregung von Fasern bezieht, welche in der zwischen Laryngeus inferior und superior bestehenden (Galen'schen) Anastomose enthalten sind, und mit dem Laryngeus superior zum Gehirn aufsteigen (l. c. p. 372 und 373). Die Sensibilität der Trachea und der grossen Bronchien führt er vorzugsweise auf die Innervation durch die in jener Anastomose enthaltenen Fasern zurück.

Kandarazki[1] dagegen, der sich mit der letzteren Frage eingehend beschäftigt hat, behauptet, dass beim Hunde nur die obere, d. i. kopfwärts gelegene Hälfte der Trachea durch die Galen'sche Anastomose, die untere Trachealhälfte und die Bronchien aber durch direct vom Vagusstamm abgehende Nervenzweigchen innervirt werden.

Bei meinen eigenen Untersuchungen ging ich von dem Gesichtspunkte aus, einerseits festzustellen, welche Veränderungen der Athmung eintreten, wenn die Organe, in welchen die Vaguszweige sich ausbreiten, von Reizen getroffen werden, welche eine gewisse Ähnlichkeit mit denjenigen besitzen, die unter natürlichen Verhältnissen auf dieselben einwirken können, und andererseits durch Durchschneidung und durch directe Reizung der an jene Organe herantretenden Vaguszweige zu ermitteln, inwieweit die einzelnen Zweige dieses Nervens an dem Zustandekommen der in der ersten Versuchsreihe beobachteten Erscheinungen betheiligt sind. Zur Darstellung der Versuchsresultate wählte ich eine nach den einzelnen in Frage kommenden Nervenzweigen erfolgende

[1] Über den Husten u. s. w. Pflügers Archiv f. Physiol. Band 26, p. 470 ff.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

gruppenweise Anordnung. Den Ramus auricularis Nervi vagi liess ich hiebei ausser Betracht, weil ich die Resultate der mechanischen Reizung des äusseren Gehörganges bei den benützten Versuchsthieren sehr wechselnd fand und keine Möglichkeit zur Durchschneidung und isolirten Reizung dieses Nerven absah.

I. Ramus pharyngeus Nervi vagi[1].

Eröffnet man den Pharynx von der ventralen Seite aus, wobei man sich vor Verletzung der relativ grossen, daselbst verlaufenden Venen hüten muss, und schiebt ein kleines Schwämmchen in denselben, so constatirt man in der Regel eine Verminderung der Respirationsfrequenz bei vorwaltender Verlängerung der exspiratorischen Phase und intercurrente jähe, kurz dauernde Verminderungen des intrathoracalen Druckes, die im Gefolge von Schluckbewegungen auftreten und der Kürze des Ausdruckes wegen in den folgenden Mittheilungen stets als Schluckathmungen angeführt werden sollen[2] (Taf. I, Fig. 1). Diese Erscheinungen klingen allmälig ab, wenn das Schwämmchen unbewegt im Pharynx bleibt, treten jedoch in verstärktem Masse auf, wenn dasselbe gegen die Mundhöhle verschoben wird, wobei gewöhnlich zuerst eine sehr gedehnte active Exspiration zu beobachten ist, und häufig Unruhe des Versuchsthieres und Unregelmässigkeit der Athmung eintritt (Taf. I, Fig. 2). Zu den bei Bestand einer Trachealfistel gewöhnlich mit einem schwachen zischenden Geräusch verknüpften, sehr jähen activen Exspirationen, welche

---

[1] W. Krause (Die Anatomie des Kaninchens, Leipzig 1868) scheint anzunehmen, dass der Vagus beim Kaninchen wie beim Menschen zwei gesonderte Äste an den Pharynx abgibt (l. c. p. 235). Ich habe stets nur einen derartigen Ast auffinden können, der sich in einen feineren kopf- und einen gröberen brustwärts am Pharynx hinziehenden Zweig theilt.

[2] Die Auslösung und die Beschaffenheit der Schluckathmungen, auf welche letztere ich schon in meinem zweiten und dritten Beitrage zur Lehre von der Athmungsinnervation aufmerksam machte (diese Sitzungsber. III. Abth., Jahrg. 1882, p. 51 und 103), ist von Steiner und Meltzer einer näheren Untersuchung unterzogen worden, die nicht zu übereinstimmenden Anschauungen führte (Archiv von Du Bois-Reymond, Jahrgang 1883, Heft 1 und 2).

den Husten bei Kaninchen charakterisiren[1], kömmt es dabei nur ganz ausnahmsweise. Dieselben Erscheinungen constatirt man, wenn man das bei Kaninchen sehr lange und bis dicht an die Epiglottis herantretende Gaumensegel mit einer Pincette fasst (Tafel I, Fig. 3), oder wenn man dasselbe spaltet. Drückt man dann ein Schwämmchen gegen die freigelegte dorsale Pharynxwand oder gegen die den Nasenrachenraum auskleidende Schleimhaut an, so treten gleichartige, häufig jedoch schwächer ausgesprochene Veränderungen der Athmung ein, wie bei der mechanischen Reizung des Gaumensegels (Taf. I, Fig. 4).

Durchscheidung der beiderseitigen Nervi pharyngei, laryngei und glossopharyngei ändert nichts an dem Eintritt dieser Erscheinung, was zu der Annahme zwingt, dass bei dem Zustandekommen derselben eine Erregung der an das Gaumensegel und den Pharynx herantretenden Trigeminus-Fasern betheiligt ist. Eine Mitbetheiligung von in den Nervis pharyngeis zum Pharynx ziehenden Vagusfasern ist aber selbstverständlich hiemit noch nicht ausgeschlossen. Indessen spricht der Erfolg der elektrischen Reizung des Nervus pharyngeus dafür, dass in der Regel keine centrale Verknüpfung dieses Nerven mit den Athemnerven besteht. Denn bei Reizung des centralen Stumpfes desselben mittels Inductionsströmen von verschiedener Stärke bleibt die Athmung gewöhnlich ganz unverändert. Selbst Schluckbewegungen und damit auch Schluckathmungen fehlen, während am Pharynx selbst, und zwar auch nach Durchschneidung des zweiten Pharyngeus eine leichte Contraction eintritt. Nur ausnahmsweise beobachtete ich bei dem angegebenen Eingriffe eine ganz geringfügige Verminderung der Respirationsfrequenz[2].

Bei Reizung des peripheren Stumpfes der Pharyngeus mittels eines Inductoriums nach Du Bois-Reymond (3500 Windungen

---

[1] Die von mehreren Autoren gemachte Angabe, dass bei Kaninchen überhaupt kein Husten hervorzurufen ist, ist eine durchaus unbegründete.

[2] Bei zufälliger Miterregung eines feinen Nervenzweigchens, das vom Nervus glossopharyngeus an den gegen den Kehlkopf zu gelegenen Pharynxabschnitt herantritt und mit dem Ramus pharyngeus anastomisirt, können die durch Reizung des centralen Glossopharyngeus-Stumpfes hervorzurufenden hochgradigen inspiratorischen Veränderungen der Athmung interferiren.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

der secundären Spirale, 1 Lecl., Rollenabstand 15—12 Ctm.) sah ich dagegen zumeist eine ausgeprägte, vorwaltend die exspiratorische Phase betreffende Verminderung der Respirationsfrequenz und oft auch vereinzelte Schluckathmungen eintreten (Taf. I, Fig. 5 und 6).

Nach Durchschneidung der Nervi laryngei superiores et inferiores fiel diese Erscheinung in Fällen wo sie ursprünglich sehr ausgeprägt war, aus. Da nun einerseits die Laryngei auch auf ganz leichte mechanische Reize reagiren, da anderseits die Reizung des peripheren Pharyngeusstumpfes zu einer kräftigen Contraction des Pharynx und consecutiv zu einer Verschiebung des Kehlkopfes gegen das Zungenbein, sowie zur Contraction eines zwischen Schild- und Ringknorpel ausgespannten Muskels und consecutiv zu einer Annäherung beider Knorpel führt, so halte ich jene mit den Folgen der Laryngeusreizung identischen Veränderungen der Athmung durch eine leichte Zerrung von Laryngeusfasern bedingt.

Selbstverständlich sind diese am Kaninchen gemachten Erfahrungen nicht ohneweiters auf den Menschen übertragbar. Indessen erscheint es danach doch wohl sehr fraglich, ob die bei Einwirkung schwacher mechanischer Reize auf die Gaumen- und Rachenschleimhaut beim Menschen eintretenden exspiratorischen Effecte als Vaguswirkungen aufzufassen sind. Für die Lehre vom „Rachenhusten“ [1] lassen sich die mitgetheilten Beobachtungen am Kaninchen nicht verwerthen, weil bei den angegebenen Eingriffen Husten so selten eintritt, dass die Interferenz von Zufälligkeiten nicht ausgeschlossen erscheint.

II. Nervus laryngeus superior.[2]

Ganz leichte seitliche Pressung des blosgelegten Kehlkopfes und geringe Zerrung oder Verschiebung desselben führt zu ausgesprochener exspiratorischer Athmungshemmung, welche nicht selten durch Schluckathmungen unterbrochen wird (Taf. I, Fig. 9

[1] Vergl. Kohts. Experimentelle Untersuchungen über den Husten. Virchow's Archiv, Band 60, p. 197—199.

[2] Die hier mitzutheilenden Versuche wurden durchwegs während die Thiere durch eine Trachealfistel athmeten, ausgeführt.

und 11). Auch ausgesprochene Hemmung des Herzschlages tritt unter diesen Umständen oft ein (Taf. I, Fig. 9). Zu Hustenstössen kömmt es hiebei sehr selten. Gleichen Erfolg hat die mechanische Reizung der Kehlkopfschleimhaut durch Kitzeln mittels eines Federbartes oder durch Einführen eines Schwämmchens in den Kehlkopf (Taf. I, Fig. 7).

Auch das Eintropfen einer „physiologischen" Kochsalzlösung von Zimmertemperatur in den Kehlkopf hat gleichen, wenn auch oft schwächeren Effect (Taf. I, Fig. 8).

Saugt man aus einem eine Kältemischung enthaltenden Gefässe Luft durch den gegen die Trachea und die Mundhöhle abgeschlossenen Kehlkopf, so bleibt die Athmung unverändert. Nur wenn das Saugen so jäh geschieht, dass mechanische Reize, insbesondere eine stärkere Zerrung der bei Kaninchen sehr breiten Membrana cricothyreoidea mit ins Spiel kommen, tritt eine mässige Verminderung der Respirationsfrequenz ein, welche sich aber auch einstellt, wenn in gleicher Weise Luft von Zimmertemperatur durch den Kehlkopf hindurch getrieben wird. Durchleiten von Tabakrauch, Chloroform oder Ätherdämpfen durch den gegen die Mundhöhle (dicht über der Epiglottis) und gegen die Trachea wohl abgeschlossenen Kehlkopf verändert die Athmung nicht.[1] Selbst ein Durchleiten von Ammoniakdämpfen fand ich zumeist wirkungslos, während die Einwirkung von Ammoniaktröpfchen auf die Kehlkopfschleimhaut schon nach kurzer Zeit sehr lang anhaltende, nach Durchschneidung der Nervi laryngei superiores et inferiores verschwindende exspiratorische Effecte bedingt.

Isolirte mechanische Reizung einzelner Abschnitte der Kehlkopfschleimhaut nach Durchtrennung der Nervi laryngei superiores lehrt, dass die Sensibilität derselben in dem oberhalb des Ringknorpels gelegenen Abschnitte des Kehlkopfes durch letztere Operation entweder ganz vernichtet oder wenigstens sehr

---

[1] Kratschmer (Über Reflexe von der Nasenschleimhaut auf Athmung und Kreislauf. Diese Sitzgsber. Bd. 62, II. Abth., Juni-Heft.) beobachtete bei Kaninchen verschiedenerlei Athmungsstörungen bei isolirter Reizung der Kehlkopfschleimhaut durch Tabakrauch oder Chloroformdämpfe. Ich habe bei sorgfältigem Abschlusse des Larynx gegen die Mundhöhle und gegen die Brust zu nichts Derartiges bei dem angegebenen Eingriffe wahrnehmen können.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

vermindert wird, während an der den Ringknorpel überziehenden Schleimhaut keine Herabsetzung der Empfindlichkeit zu constatiren ist. Nach Durchschneidung eines Laryngeus superior ist die Sensibilität in der gleichseitigen, oberhalb des Ringknorpels gelegenen Kehlkopfhälfte sehr herabgesetzt, jedoch nicht ganz aufgehoben und zwar selbst dann nicht, wenn mit der einseitigen Durchschneidung des Laryngeus superior die beiderseitige Recurrenssection combinirt wird (Taf. I, Fig. 19).

Bei Erregung des centralen Stumpfes des Laryngeus durch Ein- oder Ausschalten einer gut leitenden Nebenschliessung (vgl. diese Beiträge zur Lehre von der Athmungsinnervation, erste Mittheilung) sah ich öfter ein Seltenerwerden der Athmung bei vorwaltender Verlängerung der exspiratorischen Phase und Schluckathmungen eintreten. Sehr häufig aber blieb diese am Halsvagus ausserordentlich wirksame Art der Nervenerregung am Laryngeus superior erfolglos.

Bei Application eines einfachen Zinkkupferelementes in aufsteigender Stromesrichtung an den centralen Stumpf des letzteren Nerven treten regelmässig gleichsinnige Veränderungen der Athmung auf (Taf. I, Fig. 10).

Ebenso bei Erregung des Nerven mit schwachen oder starken Inductionsströmen (Taf. I, Fig. 13—18), welche letztere (Rollenabstand 15—10 Ctm.) zuweilen, jedoch weitaus nicht bei allen Thieren, nebenbei auch Husten hervorrufen. Abschnüren des Nerven (Taf. I, Fig. 12) oder Reizung des leicht gespannten centralen Nervenstumpfes durch Reibung (vgl. diese Beiträge, zweite Mittheilung, p. 11) hat dieselben Veränderungen der Athmung zur Folge. Auch Husten tritt nach letzterem Eingriff zuweilen auf, der übrigens in vielen Fällen keinen ausgeprägten Einfluss auf die Athmung hat. Bei tiefer, bis zum Undeutlichwerden der bekannten, von der Haut auszulösenden inspiratorischen Reflexe vorgeschrittener Chloralnarkose ist durch alle vorgenannte Eingriffe, insbesondere auch durch starke Inductionsströme, nur exspiratorische Athmungshemmung zu erzielen; Schluckbewegungen und damit auch Schluckathmungen und Husten treten unter diesen Umständen nicht ein. Der Erfolg der genannten Eingriffe überdauert bei nicht narkotisirten und narkotisirten Thieren nicht selten die Dauer des Eingriffes ein wenig.

Aus den mitgetheilten Versuchsresultaten geht hervor, dass Reize, deren Application auf den Halsvagus wesentlich von einander verschiedene Veränderungen der Athmung herbeiführt, von den Nervis laryngeis aus die Athmung stets in gleichsinniger Weise beeinflussen, wobei hervorzuheben ist, dass die Erfolge der Reizung mit stärkeren und schwächeren Inductionsströmen, an narkotisirten und nicht narkotisirten Thieren lehren, dass die Schluckathmungen und die Hustenstösse Zeichen stärkerer sensibler Erregung sind. Der Umstand, dass Reize, welche vom Halsvagus aus mit Sicherheit inspiratorische Wirkungen auslösen (mechanische Reize, starke Inductionsströme), vom Laryngeus superior aus nur exspiratorische Wirkungen hervorrufen,[1] zwingt zu der Annahme, dass die Differenz im Reizerfolge, welche bei Application verschiedenartiger Reize auf den Halsvagus sich ergibt, nicht lediglich Folge der verschiedenen Qualität oder Intensität der angewendeten Reize sein kann, sondern dass Fasern von verschiedener Beschaffenheit oder verschiedener centraler Verknüpfung mit den Athmungsnerven im Halsvagus supponirt werden müssen.

Die Anschauung von François-Franck, dass der Nervus laryngeus in derselben Weise auf die Athmung wirke wie jeder andere sensible Nerv, findet in den angeführten Beobachtungen am Kaninchen keinerlei Stütze. Ich habe mich übrigens auch an den von jenem Autor benützten Versuchsthieren, Hunden und Katzen, überzeugt, dass seine Anschauung nicht zutreffend ist. Die Reizeffecte sind bei diesen Thieren im Ganzen dieselben wie beim Kaninchen (Taf. III, Fig. 4 u. Taf. IV, Fig. 1). Nur bei Verwendung sehr starker Reize interferirt oft eine sehr tiefe Inspiration oder eine Serie von sehr rasch aufeinanderfolgenden (keuchenden) Athemzügen neben Zeichen von Unruhe des Thieres. Derlei Erscheinungen treten aber bei nicht tief narkotisirten Hunden und Katzen überhaupt bei den mannigfaltigsten sensiblen Erregungen ein und können daher bei der brüsken Ligatur oder der Reizung eines Nerven mit starken Inductionsströmen sehr leicht als Nebenwirkung eintreten, die

[1] Die Schluckathmungen können in keiner Weise mit der vom Halsvagus aus erzielbaren Hemmung der Athmung bei Inspirationsstellung parallelisirt werden.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

mit der specifischen Wirkung des betreffenden Nerven auf die Athmung gar nichts zu thun hat.

Auch die Annahme, dass der bei Menschen bei plötzlicher Einwirkung kalter Luft öfter zu beobachtende Husten auf eine directe Erregung der in den Luftwegen sich verzweigenden sensiblen Nerven durch die kalte Luft zurückzuführen sei, findet, zunächst allerdings nur hinsichtlich des Kehlkopfes, in den angeführten Versuchen keine Stütze.

Die Thatsache hingegen, dass ganz geringfügige mechanische Einwirkungen auf den Kehlkopf die ausgesprochenste Hemmung der Athmung (und des Herzschlages) herbeiführen können, lässt sich im Zusammenhange mit der bekannten Erfahrung, dass bei centripetaler Vagusreizung in seltenen Fällen die Athembewegungen für immer erlöschen, zu Gunsten der von Gerichtsärzten vertretenen Anschauung verwerthen, dass den Kehlkopf treffende Traumen durch Reflexe auf die Athmung (und den Kreislauf) plötzlichen Tod herbeiführen können.[1]

Die Prüfung der Sensibilität des Kehlkopfes nach Durchtrennung beider Laryngei superiores ergibt, dass die sensible Innervation des Kehlkopfes beim Kaninchen nicht ausschliesslich in der Bahn des Laryngeus superior erfolgt, ja dass dieser Nerv an der Sensibilität der den Ringknorpel überziehenden Schleimhaut überhaupt nicht wesentlich betheiligt sein kann.[2]

Aus den Versuchen, in welchen mit der Section eines Laryngeus superior die beiderseitige Durchtrennung der Laryngei inferiores combinirt wurde, geht weiter hervor, dass die Verbreitung des ersteren Nerven beim Kaninchen keine streng halbseitige ist.

III. Nervus laryngeus inferior.[3]

Mechanische Reizung der Trachealschleimhaut durch Einführen einer Trachealcanüle (Taf. II, Fig. 1) oder eines Schwämm-

---

[1] Vgl. den Artikel von Weil über Verletzungen in Maschka's Handbuch der gerichtlichen Medicin. Tübingen 1881, I. Band, p. 264.

[2] Durchschneidung der Laryngei inferiores lehrt, dass diese Nerven die sensiblen Fasern für den betreffenden Abschnitt des Kehlkopfes enthalten.

[3] Der Laryngeus inferior erscheint beim Kaninchen rechterseits stets in zwei, von der oberen Brustapertur an gesondert verlaufende Zweige

chens (Taf. II, Fig. 2), durch Kitzeln mittels einer Sonde oder Auftropfen einer „physiologischen" Kochsalzlösung bedingt gleichartige Veränderungen der Athmung wie die adäquate Reizung der Kehlkopfschleimhaut. Die Hemmung der Athmung ist dabei weniger intensiv, Schluckathmungen treten seltener, Hustenstösse dagegen häufiger auf als bei Reizung der Kehlkopfschleimhaut. Beim Durchleiten von kalter Luft, von Chloroform- und Ätherdämpfen durch die gegen den Kehlkopf und die Bronchien hin abgeschlossene Trachea bleibt die Athmung unverändert. Nach dem Durchleiten von Ammoniakdämpfen habe ich nur ganz ausnahmsweise eine, nach dem Auftropfen von Ammoniak auf die Trachealschleimhaut regelmässig zu beobachtende, anhaltende Hemmung der Athmung bei Expirationsstellung constatirt, welche nach Section der Laryngei inferiores verschwand.

Nach Section der beiderseitigen Laryngei inferiores, dicht an der oberen Brustapertur, ist nicht allein die Sensibilität der Trachea bis an diese Brustapertur, sondern auch die Sensibilität der den Ringknorpel überziehenden Schleimhaut vernichtet.

Abschnüren des intacten Nerven, sowie Erregung des brustwärts gelegenen Stumpfes des in der Mitte der Trachea durchschnittenen Nerven durch Ein- oder Ausschalten einer Nebenschliessung (Taf. II, Fig. 3), durch Application eines Zink-Kupfer-Elementes bei aufsteigender Stromesrichtung (Taf. II, Fig. 4), durch Reiben des leicht gespannten Nerven (Taf. II, Fig. 16 u. 17) oder durch Inductionsströme von verschiedener Stärke führt zu durchwegs gleichartigen Veränderungen der Athmung wie die mechanische Reizung der Trachealschleimhaut. Die Erregung mittels einer Nebenschliessung ist sehr häufig wirkungslos, und auch bei

---

gespalten, von denen der eine wesentlich feiner ist. Linkerseits constatirte ich öfter gleichfalls zwei dicht beisammen verlaufende gesonderte Zweige, nicht selten jedoch konnte ich links nur einen einzigen Zweig auffinden. Die subtilen Verhältnisse lassen aber das Übersehen des feineren Zweigchens, insbesondere bei sehr fetten Kaninchen als leicht möglich erscheinen. Auf die Athmung nahm die Erregung beider Zweige stets gleichsinnigen Einfluss.

Die in diesem Capitel mitgetheilten Versuche wurden durchwegs an Thieren ausgeführt, welche durch eine dicht über der oberen Brustapertur angelegte Trachealfistel athmeten.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Application eines einfachen Elementes fand ich die Athmung nicht selten unverändert. Das Auftreten von Husten beobachtete ich bei Verwendung dieser letzteren Reizmethoden nur ganz ausnahmsweise. Minder selten constatirte ich Husten bei Erregung des Laryngeus inferior durch Reibung, welche Reizmethode übrigens bei der Feinheit der Nerven, um die es sich hier handelt, nicht zu brüsk gehandhabt werden darf. Bei Verwendung des Inductionsstromes erhält man, von schwächeren zu stärkeren Strömen forschreitend, zuerst exspiratorische Athmungshemmung in Combination mit einzelnen Schluckathmungen (Taf. II, Fig. 5, 6, 9), hierauf Athmungshemmung, Schluckathmungen und Husten (Taf. II, Fig. 7, 8 und 10—14).[1]

Bei tief narkotisirten Thieren ruft Reizung der Laryngei inferiores selbst mit den stärksten Strömen nur exspiratorische Athmungshemmung hervor (Taf. II, Fig. 15). Diese letztere Wirkung ist bei tief narkotisirten Thieren, wie die eben angeführte Figur lehrt, zuweilen sehr ausgeprägt, zuweilen aber auch sehr gering, und zwar, selbst wenn die unmittelbar darauffolgende Reizung des Laryngeus superior mit gleichen Stromstärken die ausgeprägteste Athmungshemmung bedingt.

Im Ganzen fand ich die Reaction des Laryngeus inferior überhaupt bei einigen Thieren ein wenig minder empfindlich, als jene des Laryngeus superior. Bei anderen Thieren wieder vermochte ich eine Differenz in dieser Richtung nicht zu finden, abgesehen davon, dass bei Verwendung gleich starker Reize an einem und demselben Thiere vom Laryngeus superior aus leichter und gehäufter Schluckbewegungen und damit auch Schluckathmungen zu erzielen waren (Taf. I, Fig. 16, Taf. II, Fig. 5), während vom Laryngeus inferior aus regelmässiger und mit schwächeren Reizen Husten auszulösen war.

---

[1] Husten und Niesen prägen sich in den Athmungscurven bei Kaninchen durch hohe, sehr steil ansteigende und abfallende Curven aus. Dem Niesen geht stets eine krampfhafte Inspiration voraus; die darauffolgenden Expirationsstösse setzen von einem abnorm tiefen inspiratorischen Niveau aus ein (Taf. II, Fig. 18), und unterscheiden sich an den Curven vorzugsweise hiedurch von den, von den verschiedensten Punkten der Curve aus sich erhebenden Expirationsstössen beim Husten (Taf. II, Fig. 10—14).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Eine wesentliche Differenz in der Reaction beider Nerven konnte ich demnach nicht constatiren, und kann mich darum auch der Anschauung Rosenthal's nicht anschliessen, der beide Nerven nicht für gleichwerthig hält und die Ansicht ausspricht, „dass der Nervus laryngeus inferior vielleicht nur einfach ein sensibler Nerv sei, dessen Erregung wie die anderer sensibler Nerven nur mittelbar auf die Athembewegungen einwirkt".[1]

Die vom Halsvagus und von den meisten anderen sensiblen Nerven des Kaninchens aus so leicht erzielbaren inspiratorischen Effecte habe ich, wie aus der Mittheilung meiner Versuchsresultate hervorgeht, vom Nervus laryngeus inferior aus nie erhalten.

Selbst wenn ich den rechten Recurrens dicht am Vagusstamme mit Inductionsströmen reizte, welche in dem betreffenden Falle Minimalreize für die Auslösung inspiratorischer Effecte vom Vagusstamm aus waren, erhielt ich nur die vorher bezeichneten exspiratorischen Wirkungen.

Bei der Zufuhr von Chloroform zu den Lungen durch eine tiefe Trachealfistel trat kein Reflex auf die Athmung ein, wenn der linke Halsvagus und der rechte Brustvagus brustwärts vom Abgange des Laryngeus inferior durchschnitten waren, die Lungen also Vagusfasern nur durch den rechten Laryngeus inferior erhielten, während hiedurch ein wohl ausgeprägter, inspiratorischer Reflex zu erzielen war, wenn der linke Halsvagus und der rechte Laryngeus inferior ausgeschaltet waren, die Lungen also nur durch die Rami tracheales inferiores et pulmonales vom rechten Brustvagus Vagusfasern erhielten.[2]

Reizung des kopfwärts gelegenen Stumpfes des Laryngeus inferior, beziehungsweise seiner Zweige mit Inductionsströmen von der verschiedensten Stärke lässt bei Kaninchen die Athmung (und den Kreislauf) ganz unverändert. Nur gewisse Bewegungserscheinungen am Oesophagus und Kehlkopf, die für die hier zu behandelnde Frage nicht weiter in Betracht kommen, konnte ich hiebei constatiren.

Aus den angeführten Versuchsresultaten geht hervor, dass nicht allein die sensible Innervation der Trachea, sondern auch

[1] Du Bois-Reymond's Archiv f. Physiol. Jahrg. 1881, p. 60.

[2] Vergl. die auf p. 480 citirte Abhandlung über Reflexe auf die Athmung etc. p. 483 ff.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

jene eines Theiles des Larynx beim Kaninchen durch den Laryngeus inferior erfolgt, und dass nichts für einen Übergang von sensiblen Fasern aus dem Laryngeus superior in den Laryngeus inferior bei diesem Thiere spricht.

Letztere Erfahrung, im Zusammenhalte mit dem Umstande, dass die auf Seite 481 angeführten Angaben von François-Franck mit jenen von G. Schmidt sich nicht vereinen lassen, der behauptet, dass der Laryngeus inferior bei der Katze nicht allein die Trachea innervire, sondern sogar an der sensiblen Innervation des Larynx dieses Thieres betheiligt sei,[1] bestimmte mich, die Angaben von François-Franck (nach Versuchen an Katzen) und Kandarazki (nach Versuchen an Hunden), dass die sensiblen Fasern, welche im Laryngeus inferior enthalten sind, durch die Galen'sche Anastomose mittels des Laryngeus superior mit dem Gehirn verknüpft sind, an den von jenen Autoren benützten Thieren einer näheren Untersuchung zu unterziehen.

Im Verlaufe dieser Untersuchung stellte sich heraus, dass bei chloroformirten Katzen, wie der Erfolg mechanischer Reizung ergab (Taf. III, Fig. 1 bei *a* und *b*, Fig. 2 und 3), gewöhnlich ein grosser Contrast zwischen der Sensibilität der Trachea, die äusserst gering ist, und des Larynx besteht, während bei nicht narkotisirten Kaninchen (Taf. I, Fig. 7 und Taf. II, Fig. 2) und bei morphinisirten Hunden (Taf. III, Fig. 11 und 12) ein solcher Contrast nicht zu beobachten ist. Einen ähnlichen Contrast fand ich auch bei der Mehrzahl der zehn von mir benützten Katzen bei vergleichender Reizung des Laryngeus superior und inferior mittels Inductionsströmen.

Vom ersteren Nerven aus waren stets, selbst bei Verwendung schwächerer Ströme, die ausgesprochensten, mit den am Kaninchen geschilderten identischen Wirkungen auf die Athmung zu erzielen (Taf. III, Fig. 4), während vom Laryngeus inferior aus bei zwei der verwendeten Katzen auch mittels der stärksten Ströme weder vom brust-, noch vom kopfwärts gelegenen Nervenstumpfe aus die Athmung merkbar zu beeinflussen, und bei fünf anderen Thieren die erzielbare Wirkung nur eine äusserst geringe war. In zwei von den letzteren Fällen reagirte nur der rechte

[1] Die Laryngoskopie an Thieren. Tübingen 1873. p. 34, 44 und 45.

kopfwärts gelegene, in den drei anderen Fällen nur der brustwärts gelegene Nervenstumpf beiderseits. In den drei übrigen Fällen waren bei Reizung des Laryngeus inferior ausgeprägte Athmungshemmung und zuweilen Schluckathmungen zu constatiren[1] (Taf. III, Fig. 5, 7—9), doch waren diese Erscheinungen stets wesentlich schwächer und minder anhaltend als bei Application gleich starker Ströme auf den Laryngeus superior. In zwei dieser Fälle war die angegebene Reaction nur bei Reizung der brustwärts gelegenen Nervenstümpfe deutlich (Taf. III, Fig. 5, 9), in zwei anderen Fällen reagirte neben den beiden brustwärts gelegenen Stümpfen auch der linke kopfwärts gelegene Stumpf des Laryngeus inferior (Taf. III, Fig. 7). Nach Section des betreffenden Laryngeus superior entfiel die Reaction des kopfwärts gelegenen Nervenstumpfes, während die des brustwärts gelegenen Stumpfes selbstverständlich unverändert blieb.

Da es sich bei den angegebenen Versuchen durchaus um Thiere handelt, bei denen die mehr oder minder tiefe Chloroformnarkose die Reflexerregbarkeit in verschiedenem Grade beeinflusst haben konnte, so lässt sich aus den mitgetheilten Versuchen mit elektrischer Reizung des Laryngeus inferior nur das Eine erschliessen, dass in diesem Nerven bei der Katze sensible Fasern enthalten sind, welche theils direct, theils mittels des Laryngeus superior mit dem Gehirn verknüpft sind.

Die Angaben von François-Franck sind hienach, wenigstens mit Bezug auf die hierlands heimische Katzenrasse, zu corrigiren.

Die auf Hunde sich beziehenden Angaben von Kandarazki über die Innervation der Trachea dagegen kann ich sowohl in Bezug auf ihren anatomischen,[2] als auf ihren physiologischen Inhalt in allem Wesentlichen bestätigen. In anatomischer Beziehung habe ich nur anzuführen, dass die Abzweigung des von Kandarazki als Ramus trachealis (katexochen) bezeichneten,

---

[1] Verzeichnung des Blutdruckes lehrte, dass diese Veränderungen der Respiration mit einer Verminderung der Pulsfrequenz bei gleich bleibendem oder erhöhtem Blutdrucke einhergingen.

[2] Die diesbezüglichen Angaben finden sich in einer Abhandlung über die Nerven der Respirationswege. Archiv von His-Braune. 1881. p. 1 ff.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

schräg verlaufenden, längeren Recurrenszweiges, der eine Reihe von kurzen, horizontalen Zweigen an die Trachea abgibt, nicht stets am vierten, sondern zuweilen erst am sechsten oder siebenten Trachealringe erfolgt, und dass diesbezügliche Differenzen öfter selbst zwischen den beiden Seiten eines Thieres bestehen.

Auch ist hervorzuheben, dass zu den ersten Trachealringen, namentlich nahezu constant zum zweiten derselben, beiderseits kurze, horizontal verlaufende Nerven vom Laryngeus inferior direct abzweigen.

Werden die horizontalen, kurzen, mit dem „Trachealis" oder dem Laryngeus inferior zusammenhängenden Trachealzweige (Taf. IV, Fig. 4), dann der kopfwärts gelegene Stumpf der Galen'schen Anastomose (Taf. IV, Fig. 5) oder des „Trachealis" (Taf. IV, Fig. 3 und 11), sowie des Laryngeus inferior (an oder über der Abzweigungsstelle des „Trachealis") (Taf. IV, Fig. 2) mittels Inductionsströmen von mässiger Stärke (Rollenabstand 20—15 Ctm.) bei morphinisirten Hunden gereizt, so treten exspiratorische Athmungshemmung, Schluckathmungen und kräftige, oft rasch aufeinanderfolgende Expirationsstösse in mannigfacher Combination,[1] ferner Verminderung der Pulszahl und Blutdrucksteigerung auf.

Die Reizwirkung an den Trachealzweigen und am Laryngeus inferior entfällt, wenn vorher die Galen'sche Anastomose oder der Laryngeus superior durchschnitten wurde. Bei gleichartiger Reizung des brustwärts gelegenen Stumpfes des in der Mitte des Halses durchschnittenen „Trachealis" oder Laryngeus inferior bleiben dagegen Athmung und Kreislauf in der Regel ganz unverändert. Nur in einem Falle unter zehn erhielt ich auch bei Reizung des rechten und zwar nur des rechten brustwärts gelegenen Laryngeusstumpfes Athmungshemmung bei relativ geringfügiger Veränderung der Circulation.

Im Einklange mit den geschilderten Ergebnissen der Reizung des Laryngeus inferior steht es, dass die Sensibilität der Trachea

---

[1] Auf die Erscheinungsreihe nimmt der Grad der Narkose und die Reizgrösse sichtlichen Einfluss. Bei starken, wie man annehmen muss, schmerzhaften Reizen interferiren oft keuchendes Athmen oder einzelne sehr vertiefte Inspirationen.

nach beiderseitiger Durchschneidung dieses Nerven an der Mitte der Trachea unverändert ist (Taf. III, Fig. 12), dagegen nach Durchschneidung der Laryngei superiores im Halstheile erlischt, während mechanische Erregung der Schleimhaut des Brusttheiles der Trachea noch kräftige Exspirationsstösse auslöst.

Wir können sonach an den hier in Frage kommenden Thieren zwei Typen der sensiblen Innervation des Halstheiles der Trachea unterscheiden, deren einer durch das Kaninchen (Innervation durch den Laryngeus inferior), deren anderer durch den Hund (Innervation durch den Laryngeus superior) repräsentirt wird. Ich konnte keine Erfahrungen an Kranken ermitteln, welche gestatteten, mit Sicherheit zu entscheiden, nach welchem dieser Typen die sensible Innervation der Trachea beim Menschen erfolgt. Da die Galen'sche Anastomose beim Menschen aber verhältnissmässig dünn ist, die Trachealzweige jedoch sehr zahlreich sind; da der Laryngeus inferior sich beim Menschen im Aufsteigen von der Brust zum Kehlkopf stark verjüngt, während die Verjüngung dieses Nerven beim Hunde gerade in umgekehrter Richtung erfolgt, so ist es mir sehr wahrscheinlich, dass die sensible Innervation der Trachea beim Menschen wenigstens vorwaltend durch den Laryngeus inferior erfolgt.

IV. Rami cardiaci Nervi vagi.

Wie ich in der Einleitung erwähnte, gibt François-Franck an, dass bei Injection einer starken Lösung von Chloralhydrat in eine Vena jugularis bei Katzen und Kaninchen Stillstand der Athmung eintritt. Die respiratorische Phase, in welcher er diesen Stillstand beobachtete, bezeichnet er nicht. Da er diese Athmungsstörung auch dann constatirte, wenn er die Injection während einer durch periphere Vagusreizung hervorgerufenen „verlängerten diastolischen Pause" des Herzens vollzog, so schliesst er, dass dieselbe nur durch eine „heftige Erregung der inneren Membran des Herzens" bedingt sein könne. Da ferner jene Erscheinung unverändert eintritt, wenn vorher die Nervi depressores, jedoch ausbleibt wenn die Vagi dicht an der Schädelbasis durchschnitten wurden, so betrachtet er dieselbe als einen Reflex, der durch andere als die im Depressor enthaltenen, vom Vagus abgehende Fasern des Herzgeflechtes vermittelt

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

wird, die er geradezu als „die Athmung hemmende Herznerven" bezeichnet.

Ich hatte ein um so grösseres Interesse, diese Angaben von François-Franck einer Nachuntersuchung zu unterziehen, als ich bei meinen, an spontan athmenden Kaninchen durchgeführten Versuchen über Herzcompression wohl einen ausgeprägten Reflex auf den Herzschlag, aber keinerlei Anhaltspunkte für eine reflectorische Beeinflussung der Athmung durch Erregung der sensiblen Herznerven gefunden hatte.[1] Aus den Resultaten dieser Nachuntersuchung habe ich zunächst hervorzuheben, dass ich bei chloroformirten Katzen in mehreren Fällen gar keine sofortige Veränderung der Athmung bei der Chloralinjection beobachtete, in anderen Fällen theils kurzdauernde Beschleunigung und Vertiefung, theils Abflachung der Athmung bei Exspirationsstellung. Angesichts so wechselnder Versuchsergebnisse beschränkte ich mich bei der weiteren Untersuchung auf die Verwendung nicht narkotisirter Kaninchen, bei denen die Injection von $^1/_2$—1 CC. einer 10-percentigen, oder $^1/_4$—$^1/_2$ CC. einer 20-percentigen Lösung von Chloralhydrat stets fast augenblicklich hochgradige Abflachung oder selbst Stillstand der Athmung in Inspirationsstellung hervorruft. Die Abflachung der Athmung ist mit Beschleunigung derselben verbunden, hält gewöhnlich 10 bis 30 Secunden an und verschwindet allmälig (Taf. V, Fig. 3, 4, 5). Bei Injection der stärkeren Lösung beobachtete ich öfter die Interferenz von Husten (Taf. V, Fig. 3). Gleichzeitig mit, zumeist aber kurz nach Beginn der geschilderten Veränderung der Athmung tritt ein starkes Sinken des Blutdruckes bei einer gewöhnlich sehr geringfügigen Verminderung der Pulsfrequenz ein (Taf. 5, Fig. 4). Auch diese Erscheinung gleicht sich allmälig aus, wenn die oben angegebenen Chloraldosen, und diese nur einmal injicirt wurden. Bei grossen Dosen und wiederholten Injectionen bleibt der Blutdruck dauernd niederer und der Puls seltener, und die Athmung wird seichter und seltener. Bei wiederholten Injectionen kann die inspiratorische Wirkung auf die Athmung auch ganz ausfallen.

---

[1] Lotos. Jahrbuch für Naturwissenschaft. II. Band. Prag 1881. p. 9 und 20.

Bei nicht stärker dyspnoischen oder tiefer narkotisirten Kaninchen konnte ich durch periphere Vagusreizung keinen längeren Herzstillstand erzielen. Injection der Chloralhydratlösung bei seltenen Herzschlägen hätte aber begreiflicher Weise keine Garantie gegen eine alsbaldige Einwirkung des Giftes auf das Athemcentrum geboten. Um letztere auszuschliessen, unternahm ich daher die Injection während der in bekannter Weise ausgeführten Abklemmung der Hirnarterien. Figur 5 auf Tafel V lehrt, dass die geschilderte Athmungsstörung auch unter diesen Umständen eintritt. Bei Wiederholung dieses Versuches an einem und demselben Thiere beobachtete ich in mehreren Fällen ein rasches, dauerndes Erlöschen der Athmung beim Lüften der Hirnarterien,[1] obwohl die nach einander applicirten Chloraldosen unter anderen Verhältnissen erfahrungsgemäss eine Lebensgefahr für das Thier durchaus nicht bedingt hätten. Es spricht dies für eine überaus grosse Empfindlichkeit des centralen Nervensystems nach vorausgegangener Anämisirung.

Die beschriebene Athmungsstörung bei der Chloralinjection tritt in der That, wie François-Franck angibt, auch dann ein, wenn die Depressores, sie entfällt, wenn die Halsvagi vorher durchschnitten waren.[2] Die Kreislaufstörung ist auch nach Section der Depressores und Halsvagi noch durch den angegebenen Eingriff zu erzielen. Eine untergeordnete Betheiligung einer Depressor-Erregung an der Auslösung der geschilderten Athmungs- und Kreislaufsstörung bei jenem Experimente ist durch die zuletzt angegebenen Versuche selbstverständlich noch nicht ausgeschlossen. Gegen eine derartige Betheiligung an der Auslösung der Athmungsstörung spricht aber, abgesehen von den später mitzutheilenden Resultaten isolirter Depressor-Reizung, der Ausfall jener Störung bei Vollzug der Injection nach Section der Halsvagi brustwärts vom Abgange der Laryngei superiores. Es bleibt

[1] Bezüglich der Athmung bei einfacher, kurzdauernder Abklemmung der Gehirnarterien vergleiche meinen dritten Beitrag zur Lehre von der Athmungsinnervation. Diese Sitzungsber. III. Abth., Juli-Heft, Jahrgang 1882, p. 6.

[2] Bei Injection etwas grösserer Dosen von Chloralhydrat beobachtete ich unter diesen Versuchsbedingnissen manchmal 5—10 Secunden nach der Injection kurz dauernde Abflachung, zuweilen selbst Stillstand der Athmung bei Exspirations-Stellung.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

demnach kein Zweifel, dass es sich um einen Reflex auf die Athmung handelt, der durch Nervenfasern vermittelt wird, welche brustwärts vom Laryngeus superior vom Vagus abzweigen. Die Betheiligung von im Laryngeus inferior enthaltenen Fasern ist nach den im vorhergehenden Capitel geschilderten ausschliesslich expiratorischen Effecten der Reizung dieses Nerven von vornherein höchst unwahrscheinlich. Die inspiratorische Wirkung der Chloralinjection tritt denn auch noch dann ein, wenn ausser dem linken Halsvagus der rechte Laryngeus inferior an seiner Abgangsstelle vom Vagus, sie entfällt, wenn ausser dem linken Halsvagus der rechte Brustvagus brustwärts von der Abgangsstelle des Laryngeus inferior durchschnitten wurde. Da nun die, bei dem angegebenen Eingriffe an und für sich sehr unwahrscheinliche Interferenz einer Erregung von Zweigen des Bauchvagus mit Rücksicht darauf ausgeschlossen werden kann, dass die Reizung des Bauchvagus beim Kaninchen keinen nachweisbaren Einfluss auf die Athmung ausübt, so müssen die centripetal führenden Bahnen für den fraglichen Reflex in den vom Brusttheil des Vagus nach Abzweigung des Laryngeus inferior abgehenden Nervenzweigen enthalten sein.

Nun müssen wohl in diesen Nervenzweigen auch zum Herzgeflecht ziehende Fasern vorhanden sein, da Reizung des peripheren Stumpfes des etwas brustwärts von der Abgangsstelle des Laryngeus inferior durchschnittenen Vagus ausgesprochene Hemmung des Herzschlages bedingt. Allein die Wahrscheinlichkeit spricht von vornherein dafür, dass der fragliche Reflex durch die an Trachea und Lunge ziehenden Nervenzweige vermittelt wird, wofür insbesondere angeführt werden kann, dass das Eindringen von Chloroformdampf in die Lungen mittels jener Nervenzweige einen identischen Reflex auf die Athmung hervorruft.[1]

Sicherheit in Bezug auf diesen Punkt gewährt die Injection von Chlorhydrat in eine Jugularvene während des Verschlusses der Pulmonalarterie. Letzterer ist leicht ausführbar, wenn man

[1] Knoll. Über Reflexe auf die Athmung etc. l. c. p. 5. Vergl. auch das nächstfolgende Kapitel. Bei morphinisirten Hunden fehlt dieser Reflex, gleichwie der Reflex auf die Athmung bei Chloralinjection.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

nach einer ursprünglich von Gad angegebenen, von mir zur Verzeichnung der Volumschwankungen des Herzens benützten Methode das Herz im Pericard mit Schonung der Rippenfellsäcke freilegt,[1] und das Pericard längs der Mittellinie des Thorax spaltet. Man kann dann leicht mittels eines Schlingenführers einen Faden um den Stamm der Pulmonalarterie legen, und durch Anziehen dieses Fadens und eventuell noch durch Anlegen einer Klemmpincette einen vollständigen Verschluss dieses Gefässes bewerkstelligen. Dass der Druck in der Carotis in Folge hievon bis nahe auf Null absinkt und dass beim Öffnen der Pulmonalarterie im Kreislauf dieselben Erscheinungen auftreten wie nach vorübergehender Anämisirung des Gehirns durch Verschluss der Hirnarterien, bedarf keiner weiteren Erläuterung. Die Athembewegungen erfahren während eines ganz kurz dauernden Verschlusses der Pulmonalarterie entweder gar keine Veränderung oder nur eine geringe Beschleunigung, während nach dem Öffnen jenes Blutgefässes Abflachung oder selbst Stillstand der Athmung bei Hochstand des Zwerchfelles eintritt. (Taf. V, Fig. 6.) Häufig geht den letzteren exspiratorischen Wirkungen eine sehr vertiefte Inspiration oder eine auf wenige Athemzüge beschränkte stärkere Beschleunigung der Athmung voraus. Auch in Rücksicht auf die Athembewegungen decken sich also die Folgen des Pulmonalarterienverschlusses mit jenen der Anämisirung des Gehirns.

Diese Erscheinungsreihe erfährt nun, wenn während des Verschlusses der Pulmonalarterie Chloralhydrat in eine Jugularvene injicirt wird, nur insoferne eine Abänderung, als nach Beseitigung des Verschlusses entweder zunächst einige sehr flache Athmungen bei Inspirationsstellung erfolgen, eventuell selbst ein inspiratorischer Stillstand der Athmung eintritt, worauf erst das Zwerchfell in den Hochstand übergeht, oder der eingetretene Hochstand des Zwerchfelles rasch einem Tiefstand weicht. (Taf. V, Fig. 7.) Da nun die Auslösung inspiratorischer Reflexe von der Haut aus während des Verschlusses der Pulmonalarterie keineswegs behindert ist, so muss man aus dem angegebenen Versuchsergebnisse erschliessen, dass das

[1] Knoll. Über eine Methode zur Verzeichnung der Volumschwankungen des Herzens. Diese Sitzungsber., III. Abth., Juni-Heft, Jahrg. 1880.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Chloralhydrat nicht durch die Erregung sensibler Herznerven jenen inspiratorischen Reflex hervorruft. Im Zusammenhang mit den früher dargelegten Erörterungen muss dann weiter geschlossen werden, dass die centripetalen Bahnen für diesen Reflex in den Rami tracheales und pulmonales des Brustvagus liegen, deren Erregung durch das, nach eingetretener Wegsamkeit der Pulmonalarterie den Lungen zuströmende chloralhaltige Blut, bei dem eben beschriebenen Versuche, die Interferenz inspiratorischer Effecte mit den exspiratorischen Wirkungen der Wiederherstellung der Blutcirculation im Gehirn bedingt.

Ob François-Franck seine Versuche an Thieren durchgeführt hat, bei denen kein längerer Herzstillstand herbeizuführen war — er spricht, wie erwähnt, von einer pause diastolique prolongée — und ob selbst während eines solchen nicht durch die Athembewegungen genügende Mengen chloralhaltigen Blutes in die Lungengefässe aspirirt werden müssten, wenn die Arteria pulmonalis offen steht, mag dahingestellt bleiben. Sicher aber ist es, dass das Resultat der Chloralinjection durchaus nicht berechtigt, mit François-Franck anzunehmen, „dass das Herz so in Zusammenhang mit dem Bewegungsapparat der Athmung steht, wie die sensible Oberfläche der Lunge mit dem Bewegungsapparat des Herzens."

Die Reizung des centralen Depressor-Stumpfes mit Inductionsströmen von mässiger Stärke ruft wohl beim Kaninchen in vielen Fällen eine mässige Verzögerung der exspiratorischen Phase, bald bei geringer Vertiefung (Taf. V, Fig. 2), bald wieder bei geringer Abflachung der Athmung (Taf. V, Fig. 1) hervor. Auch beim Anlegen oder Ausschalten einer Nebenschliessung am centralen Depressorstumpfe tritt diese Verzögerung der Exspiration zuweilen ein. Bei manchen Thieren dagegen ist bei Verwendung mässig starker Inductionsströme (Rollenabstand 15—20) keine Wirkung vom Depressor auf die Athmung zu erzielen, während durch sehr starke Ströme Unruhe des Thieres und sehr beschleunigtes Athmen veranlasst wird. Da ich einerseits in den positiven Fällen die Veränderung der Athmung öfter noch vor beträchtlicherer Senkung des Blutdruckes eintreten und vor erheblichem Ansteigen des Druckes wieder verschwinden sah, da ich ferner häufig bei der Depressorreizung nur die

bekannte Wirkung auf die Circulation ohne jede Veränderung der Athmung erhielt, so kann ich die letztere nicht lediglich als Folge der ersteren ansehen, sondern muss annehmen, dass beim Kaninchen eine directe Verknüpfung des Depressor mit den Athemnerven besteht, die aber jedenfalls nur ganz untergeordneter Natur, und allem Anscheine nach nicht einmal constant ist.

Da also weder die Compression des Herzens, noch die Einwirkung reizender Substanzen auf dasselbe einen Reflex auf die Athmung auslösst, und da endlich auch die isolirte Depressor-Reizung die Athmung nur in äusserst geringfügiger und inconstanter Weise beeinflusst, so finde ich keinerlei Anhaltspunkte für die Annahme, dass eine wesentliche Beziehung zwischen dem Erregungszustande der sensiblen Herznerven und den Athembewegungen besteht.

V. Rami tracheales inferiores et pulmonales Nervi vagi.

Hering und Breuer haben bekanntlich angegeben, dass Aufblasung der Lungen die Inspiration hemmt und eine Exspiration auslöst, während Collaps der Lungen eine bereits eingetretene Exspiration sistirt und eine Inspiration auslöst. Theilweise widersprechenden Angaben einzelner anderer Autoren gegenüber habe ich zu berichten, dass ich mich durch gelegentlich bei einer grossen Zahl von nicht narkotisirten und nicht dyspnoischen Thieren mit intacten Vagis angestellte Versuche davon überzeugt habe, dass die Angaben von Hering und Breuer auch für das Kaninchen volle Geltung besitzen. Wird die Aufblasung an Kaninchen ausgeführt, bei denen infolge von Dyspnoe ausgeprägte Flankenathmung besteht, so schliesst sich die active Exspiration zuweilen fast unmittelbar an die Aufblasung an; erfolgt sie an Thieren die durch Injection von 0·3—0·5 Chloralhydrat in eine Vene narkotisirt sind, so ist die Pause nach der Aufblasung sehr lang und eine active Exspiration nicht zu constatiren. Wird der Lungencollaps bald nach Eintritt der in der Regel sehr lange dauernden, durch eine Aufblasung ausgelösten activen Exspiration herbeigeführt, so folgt der sofortigen

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Erschlaffung der Bauchmuskeln gewöhnlich zunächst eine kurze Pause und dann erst eine Inspiration. Vollzieht man die Aufblasung an Kaninchen, denen man vorher den linken Halsvagus und den rechten Laryngeus inferior, an der Stelle wo er vom Vagus abzweigt, durchtrennt hat, so fällt die Pause wesentlich kürzer aus, als vor der Durchtrennung jener Nerven, und die Einziehung der Flanken, welche im letzteren Falle das Eintreten der activen Exspiration markirte, ist in der Regel nicht zu beobachten. Nur bei einem unter acht so operirten Thieren konnte ich nach der Aufblasung zu Beginn der Athembewegungen eine deutliche Einziehung der Flanken constatiren. In allen anderen Fällen begannen die Athembewegungen während der Aufblasung mit einer schwachen Hervorwölbung des Epigastrium und einer gleichzeitigen leichten Einziehung der Rippenbögen. Künstlich herbeigeführter Collaps der Lungen führte in jenem Ausnahmsfalle zu sofortiger Erschlaffung der in Folge der Aufblasung contrahirten Bauchmuskeln und zu einer Inspirationsbewegung.

Hat man den linken Halsvagus und den rechten Brustvagus dicht an der Arteria subclavia abgetrennt, so dass die tieferen Luftwege Vagusfasern nur noch durch den Laryngeus inferior erhalten, so ruft die Aufblasung keine Pause mehr hervor. Die der Selbststeuerung der Athmung dienenden Vagusfasern verlaufen also, wie übrigens schon von vornherein zu vermuthen war, in den unterhalb des Abganges des Laryngeus inferior vom Vagus sich loslösenden Nervenzweigen, und zwar, da Section beider Bauchvagi die Selbststeuerung der Athmung nicht beeinträchtigt, entweder in den Rami tracheales inferiores et pulmonales oder in einem dieser Nervenzweige allein.

Dass in den Rami tracheales et pulmonales in- und exspiratorisch wirkende Fasern enthalten sind, geht weiter auch daraus hervor, dass der von mir beschriebene inspiratorische Reflex bei Chloroforminhalation (Taf. V, Fig. 9), sowie der theils in-, theils exspiratorische Reflex bei Ammoniakinhalation[1] auch an Thieren zu constatiren ist, denen der linke Halsvagus und der rechte Laryngeus inferior durchtrennt wurde. In Übereinstimmung

---

[1] Über Reflexe auf die Athmung etc., l. c. p. 5 und 10 d. S. Abd.

hiemit stehen die Erfolge elektrischer Reizung des Brustvagus unterhalb des Abganges des Laryngeus inferior, von welchem ersteren man rechterseits ohne Verletzung der Pleura ein bis zur Abgangsstelle des letzteren mehrere Millimeter langes Stück erhalten kann. Application stärkerer Inductionsströme an der Schnittstelle ruft in der Regel Hemmung der Athmung bei Inspirationsstellung (Taf. V, Fig. 8 bei *a*) ausnahmsweise auch Husten hervor, während die Application eines einfachen Zinkkupferelementes bei aufsteigender Stromesrichtung Hemmung der Athmung bei Exspirations-Stellung bedingt. (Taf. V, Fig. 8 bei *b*.)

Kaninchen, welche durch eine tiefe Trachealfistel Luft inhalirten, die einem Gefässe entströmte, das eine Kältemischung enthielt, zeigten gar keine Veränderung der Athembewegungen.

Es ergab also keiner meiner Versuche, in denen ich kalte Luft auf die Schleimhaut der Luftwege einwirken liess, einen Anhaltspunkt dafür, dass der am kranken Menschen bei unvermitteltem Übergang aus höher in niederer temperirte Luft nicht selten zu beobachtende Husten durch die unmittelbare Erregung der in den Luftwegen sich ausbreitenden sensiblen Nerven durch die kalte Luft bedingt sei. Dadurch ist aber nicht ausgeschlossen, dass bei krankhafter Steigerung der Erregbarkeit der betreffenden Nerven ein sonst unwirksamer Reiz von der Schleimhaut der Luftwege aus Husten auslösen kann, ein Umstand der bei der Verwerthung der über den Husten angestellten Experimente für die menschliche Pathologie eben so wohl in Betracht gezogen werden muss, wie der Umstand, dass auf dem Wege der Irradiation von den verschiedensten sensiblen Nerven aus Reflexe ausgelöst werden können, die zu der Erregung jener Nerven in gar keiner directen Beziehung stehen.

VI. Rami gastrici et coeliaci Nervi vagi.

Goltz erwähnt unter den Folgen des von ihm beschriebenen Klopfversuches am Frosche, dass noch früher als die Herzbewegung die Athmung vorübergehend sistirt wird, und zieht aus dem Umstande, dass dieser Athmungsstillstand auch bei isolirter

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

mechanischer Reizung der Eingeweide zu Stande kömmt, den Schluss, dass derselbe reflectorischer Natur sei.[1]

Versuche an Säugethieren lehrten mich, dass auch bei diesen die mechanische Reizung der Eingeweide eine Athmungshemmung bedingt. Minder ausgesprochen ist diese Erscheinung bei Kaninchen, indessen tritt auch bei diesen Thieren eine ausgeprägte Verminderung der Athemfrequenz bei vorwaltender Verlängerung der exspiratorischen Phase ein, wenn man nach ausgiebiger Eröffnung des Unterleibs in der Linea alba am Magen oder an grösseren Darmpartien kräftig zerrt, oder den Magen oder eine grössere abgeschnürte Dünndarmpartie durch Lufteinblasung dehnt (Taf. IV, Fig. 17 und 18). In letzterem Falle ist die Athmungshemmung unmittelbar nach der Lufteinblasung am stärksten, erlischt selbst bei fortdauernder Dehnung nach kurzer Zeit, kann jedoch durch einen Druck auf den aufgeblasenen Magen oder Darm wieder hervorgerufen werden. Dass hiebei nicht etwa eine mechanische Behinderung der Athembewegungen das wesentliche Moment ist, geht daraus hervor, dass diese Erscheinung bei weit eröffneter Bauchhöhle eintritt, trotz fortbestehender Ausdehnung der betreffenden Eingeweide erlischt, und dann durch einen auf dieselben ausgeübten Druck wieder hervorgerufen werden kann. Auch die Gleichartigkeit der Erscheinung bei einfachem Zerren an dem durch die eine Hand fixirten Magen oder Darm spricht gegen eine solche Annahme. Die Erwägung aller bezeichneten Verhältnisse führt vielmehr zu der Anschauung, dass hier ein Reflex auf die Athmungsnerven obwaltet.

Gleichartig, aber weit nachhaltiger und ausgesprochener ist die Wirkung der geschilderten Eingriffe bei Katzen und Hunden, wo dieselben meist zu anhaltenden exspiratorischen Athmungsstillständen führen (Taf. IV, 10, 13, 16), die bei fortdauernder Dehnung der betreffenden Eingeweide bei diesen Thieren meist nur allmählig dem früheren Athmungstypus weichen.

Bei Katzen und Hunden sah ich der exspiratorischen Athmungshemmung häufig eine tiefe Inspiration vorausgehen oder

---

[1] Vagus und Herz. Virchow's Archiv, 26. Bd., p. 15 des Sep. Abdr.

derselben eine Reihe flacher frequenter Athmungen bei Exspirationsstellung nachfolgen. (Taf. IV, Fig. 9.) Da derartige Erscheinungen aber bei nicht tief narkotisirten Hunden und Katzen, wie früher schon hervorgehoben wurde, bei den mannigfaltigsten sensiblen Erregungen auftreten und in den fraglichen Fällen in der Regel mit Unruhe der Thiere verknüpft waren, so glaube ich dieselben nur als Nebenerscheinungen, die bei den minder sensiblen Kaninchen stets rein zu Tage tretende Athmungshemmung aber als den eigentlichen Effect der mechanischen Erregung der sensiblen Nerven des Magens und Darmes ansehen zu müssen.

Nachdem jene Eingriffe bei den genannten Versuchsthieren die geschilderte Wirkung auch nach Section der beiden Halsvagi noch ausüben, kann es sich hiebei nicht um einen ausschliesslich durch die Vagi vermittelten Reflex handeln. Bei Kaninchen liefert die Reizung des centralen Stumpfes des am Magen durchschnittenen Bauchvagus durch Inductionsströme von verschiedener Stärke keinerlei Anhaltspunkte dafür, dass eine Erregung dieses Nerven an der Auslösung jener Erscheinung überhaupt betheiligt ist, da hiebei in dem einen oder anderen Falle wohl vereinzelnte Schluckbewegungen eintreten, niemals aber eine ausgesprochene Athmungshemmung zu Stande kömmt. Bei Hunden und Katzen dagegen kann man durch die gleichartige Reizung des Bauchvagus ausgeprägte Athmungshemmung hervorrufen[1] (Taf. IV, Fig. 6, 7) und es kann darnach keinem Zweifel unterliegen, dass bei diesen Thieren den Unterleibseingeweiden athmungshemmende Nervenfasern durch den Vagus zugeführt werden. Dass diese aber nicht die einzigen derartig wirkenden nervösen Elemente im Unterleibe sind, geht schon aus den von Graham[2] an Kaninchen angestellten Versuchen hervor, welche eine athmungshemmende Wirkung der Splanchnicus-Erregung ergaben.

---

[1] Auch hiebei interferiren übrigens oft keuchende Respirationen bei Exspirationsstellung. (Taf. IV., Fig. 8.)

[2] Ein neues specifisches regulatorisches Nervensystem des Athemcentrums. Pflüger's Archiv, Bd. 25, p. 379.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Der Umstand, dass Ausdehnung des Magens und Darmes nicht allein zu Kreislaufstörungen [1] sondern auch zur Athmungshemmung führt, wird künftighin bei Beurtheilung der bei Gasauftreibung des Magens und Darmes eintretenden Erscheinungen nicht vernachlässigt werden dürfen.

Ein Rückblick auf die in diesen Blättern geschilderten Versuche lehrt, dass im Vagus des Kaninchens zweierlei die Respiration beeinflussende Fasern enthalten sind. Erregung der einen dieser Fasern hemmt die Athmung bei Exspirationsstellung. Sie zweigen theils vom Hals-, theils vom Brustvagus ab, verbreiten sich im Kehlkopf und in der Trachea und gehen in die Bildung des Plexus pulmonalis ein. Bei Erregung dieser Fasern an nicht narkotisirten Kaninchen kommt es nebenbei meistens zu Schluckathmungen oder Hustenstössen oder zu Beiden zugleich. Erregung der anderen dieser Fasern führt zur Contraction der Inspirationsmuskeln. Diese Fasern zweigen durch die Rami tracheales inferiores et pulmonales vom Brustvagus ab und verbreiten sich in den Brustorganen. Im Ganzen gleichartig ist die Vertheilung der die Athmung beeinflussenden Vagusfasern bei Hunden und Katzen, bei denen ausserdem die Athmung in Exspirationsstellung hemmende Fasern im Bauchvagus enthalten sind, die muthmasslich durch die Rami gastrici et coeliaci an die Unterleibseingeweide abzweigen.

Ob die Differenz der respiratorischen Vagusfasern in einer differenten Beschaffenheit der Fasern selbst oder in einer differenten centralen Verknüpfung derselben mit den Athmungsnerven beruht, ist nicht zu entscheiden. Ich selbst neige mich jedoch mehr der letzteren Annahme zu.

Hervorzuheben ist, dass die bei sensibler Erregung der Luftwege eintretenden Veränderungen der Athmung soweit sie in den oberen Luftwegen (Nase, Gaumen, Rachen, Larynx, Trachea) ausgelöst werden, durchwegs auf Abhaltung oder Beseitigung der Reize gerichtet sind, während bei sensibler Erregung der tieferen

---

[1] Vgl. S. Mayer und Prschibram. Über reflectorische Beziehungen des Magens zu den Innervationscentren für die Kreislaufsorgane. Diese Sitzungsber., 66. Bd., III. Abth., Juli-Heft, 1872.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Luftwege (Bronchialbaum) und der Lungen ausserdem die inspiratorisch wirkenden Muskeln in kräftige Contraction versetzt werden können.

Letztere Wirkung ist an Kaninchen bei Erregung der verschiedensten sensiblen Nerven zu erzielen. Wenn eine Parallelisirung zwischen gewöhnlichen sensiblen Nerven und Vagusfasern erfolgen soll, so können hiezu nur die inspiratorisch wirkenden Fasern in den Rami tracheales inferiores et pulmonales herangezogen werden. Die bei sensibler Erregung der Unterleibseingeweide eintretende Hemmung der Athmung in Exspirationsstellung bildet eine Art Schutzvorrichtung gegen die Verstärkung einer bestehenden derartigen Erregung durch eine Verschiebung und Zerrung jener Eingeweide beim Herabsteigen des Zwerchfelles.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Erklärung der Abbildungen.

Die nicht näher bezeichneten Curven geben die Athmung, die mit *Bd.* bezeichneten Curven den Blutdruck in der Carotis wieder. Die niederen senkrechten Striche auf der Abscisse markiren Secunden, die höheren durch eine zweite Horizontale mit einander verbundenen Striche Eintritt und eventuell Dauer eines Eingriffes. Curven, die durch Verzeichnung der Athmung von Mediastinum aus gewonnen wurden, sind in der Erklärung der einzelnen Figuren mit *M.*, solche, die durch Verzeichnung der in einen geschlossenen Luftraum erfolgenden Exspiration erhalten wurden, durch *g. L.* bezeichnet. Die Curven sind von links nach rechts zu lesen. *J. R. A.* bedeutet Verwendung eines mit 1. Lecl. armirten Inductoriums nach Du Bois-Reymond bei angegebenem Rollenabstand.

Tafel I.

Sämmtliche Curven wurden von nicht narkotisirten Kaninchen abgenommen.

Fig. 1. Bei *a)*. Einführen eines Schwämmchens in den Pharynx bei *b)*. Herausziehen desselben aus dem Pharynx. *g. L.*

2. Bei *a)*. Verschieben eines in den Pharynx eingeführten Schwämmchens gegen die Mundhöhle hin. Bei *U* trat Unruhe des Thieres ein. *g. L.*

3. Bei *a)*. Fassen des blossgelegten Gaumensegels mittels einer Pinzette. *g. L.*

4. Bei *a)*. Andrücken eines Schwämmchens gegen die blossgelegte hintere Pharynxwand. *g. L.* Bei *U*, Unruhe.

5. Erregung des peripheren Pharyngeus-Stumpfes durch *J. R. A.* 12. *g. L.*

6. Dasselbe bei *J. R. A.* 15. *g. L.*

7. Einführen eines Schwämmchens in den Larynx *g. L.* Verkleinerung der Curven auf die halbe Grösse des Originals.

8. Auftropfen einer 0·6% Kochsalzlösung auf die Kehlkopfschleimhaut. *g. L.*

9. Zerren am Larynx. *M.*

10. Application eines Zinkkupferelements bei aufsteigender Stromesrichtung an den centralen Stumpf des Laryngeus superior. *M.*

11. Mässiger, von den Seiten her ausgeübter Fingerdruck auf den Larynx. *g. L.*

Fig. 12. Bei *a* Abschnüren des Laryngeus superior. *M.*
13. Reizung des centralen Stumpfes des Laryngeus superior durch *J. R. A.* 35. *M.*
14. Dasselbe *J. R. A.* 15 *M.*
15. Dasselbe *J. R. A.* 10 *M.*
16. Dasselbe *J. R. A.* 30 *g. L.*
17. Dasselbe *J. R. A.* 17. *g. L.*
18. Dasselbe *J. R. A.* 10. *g. L.*
16—18 wurden bei Erregung eines und desselben Nerven gewonnen.
19. Erregung der Schleimhaut der rechten Kehlkopfhälfte mittels eines Federbartes bei einem Thiere, dem vorher beide Laryngei inferiores und der rechte Laryngeus superior durchtrennt worden waren. *g. L.* Verkleinerung der Curven auf die Hälfte.

Die mit Schluckbewegungen verknüpften jähen intrathoracalen Drucksenkungen finden sich auf vielen der Figuren, insbesondere zahlreich auf Fig. 16—18. Hustenstösse sind nur auf Fig. 7 und 18 verzeichnet.

Tafel II.

Sämmtliche Curven wurden von Kaninchen abgenommen. Nur Fig. 15 stammt von einem narkotisirten Thiere her.

Fig. 1. Einführen einer Canüle in die Trachea. *M.*
2. Einführen eines Schwämmchens in die Trachea *g. L.* Verkleinerung der Curven auf die Hälfte.
3. Bei *a* Senken des brustwärts gelegenen Stumpfes des Laryngeus inferior auf feuchte Muskeln. *M.*
4. Application eines einfachen Zinkkupferelementes bei aufsteigender Stromesrichtung auf den brustwärts gelegenen Stumpf des Laryngeus inferior. *M.*
5. Reizung des brustwärts gelegenen Stumpfes des Laryngeus inferior durch *J. R. A.* 30. *g. L.*
6. Dasselbe *J. R. A.* 25. *g. L.*
7. Dasselbe *J. R. A.* 20. *g. L.*
8. Dasselbe *J. R. A.* 15. *g. L.*
9. Dasselbe *J. R. A.* 35. *M.*
10. Dasselbe *J. R. A.* 20. *M.*
11. Dasselbe *J. R. A.* 15. *M.*
12. Dasselbe *J. R. A.* 20. *M.*
13. Dasselbe *J. R. A.* 17. *M.*
14—15. Dasselbe *J. R. A.* 10. *M.*
16 und 17. Reiben des leicht gespannten, brustwärts gelegenen Stumpfes des Laryngeus inferior mittels eines Glasstabes. *g. L.*
18. Bei *a* Einführen einer Sonde in den vorderen Abschnitt der Nase. Niesen. *M.*

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 5—8 wurden bei Erregung eines und desselben Nerven gewonnen. Ebenso Fig. 14 und 15, u. zw. Fig. 14 am nicht, Fig. 15 am tief narkotisirten Thiere.

Hustenstösse sind auf Fig. 7—8 und 10—14 verzeichnet.

Tafel III.

Sämmtliche Curven mit Ausnahme von den auf Fig. 11 und 12 befindlichen, welche von morphinisirten Hunden abgenommen wurden, stammen von schwach chloroformirten Katzen her.

Fig. 1. Bei *a* Einführen eines Schwämmchens in den Larynx, bei *b* in die Trachea. *g. L.*

2. Einführen eines Schwämmchens in den Larynx.

3. Einführen eines Schwämmchens in die Trachea desselben Thieres *g. L.*

4. Erregung des centralen Stumpfes des Laryngeus superior *J. R. A.* 20. Bei *U* war Unruhe des Versuchsthieres eingetreten. *g. L.*

5. Erregung des brustwärts gelegenen Stumpfes des linken Laryngeus inferior. *J. R. A.* 15. *g. L.*

6. Erregung des kopfwärts gelegenen Stumpfes desselben Nerven bei demselben Thiere. *J. R. A.* 15. *g. L.*

7. Erregung des linken kopfwärts gelegenen Stumpfes des Laryngeus inferior. *J. R. A.* 10. *g.* L.

8. Erregung des anderseitigen brustwärts gelegenen Stumpfes dieses Nerven bei demselben Thiere. *J. R. A.* 10. *g. L.*

9. Erregung des brustwärts gelegenen Stumpfes des linken Laryngeus inferior. *J. R. A.* 15. *g. L.* Verkleinerung der Curven auf ein Drittel.

10. Erregung des kopfwärts gelegenen Stumpfes desselben Nerven bei demselben Thiere. *J. R. A.* 10. *g. L.* Verkleinerung der Curven auf ein Drittel.

11. Einführen eines Schwämmchens in den Larynx und Fig. 12 bei demselben Hunde, welchem beide Laryngei inferiores an der Mitte der Trachea durchtrennt worden waren, in die Trachea. *g.* L. Drittel-Grösse der Curven. Die kleinen Wellen sind durch Schluckathmungen bedingt.

Tafel IV.

Sämmtliche Curven mit Ausnahme der auf Fig. 17 und 18 befindlichen, welche von schwach chloralisirten Kaninchen abgenommen wurden, stammen von morphinisirten Hunden her.

Fig. 1. Erregung des centralen Stumpfes des Laryngeus superior. *J. R. A.* 25. *g. L.* Drittel-Grösse der Curven.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 1.

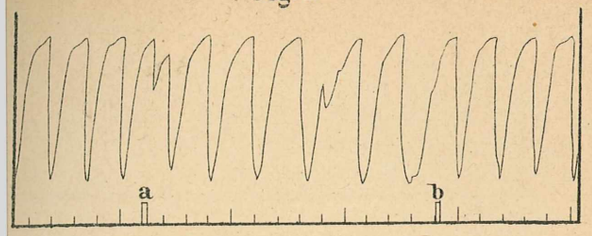


Fig. 2.

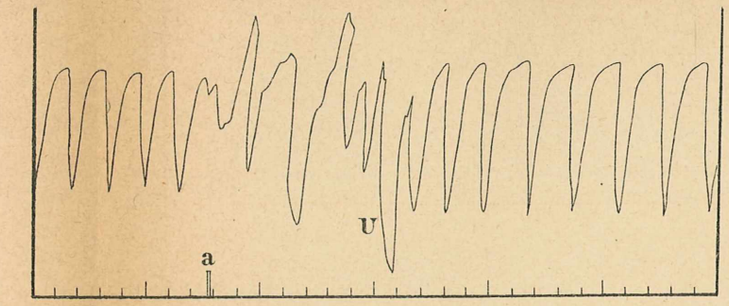


Fig. 3.

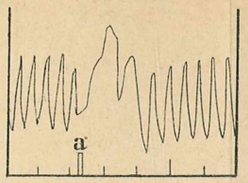


Fig. 4.

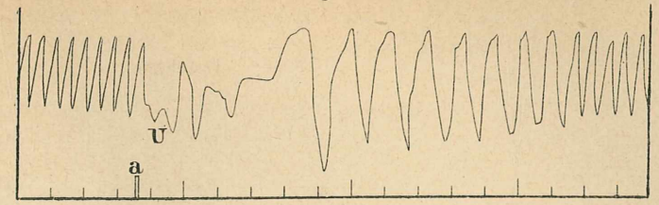


Fig. 5.

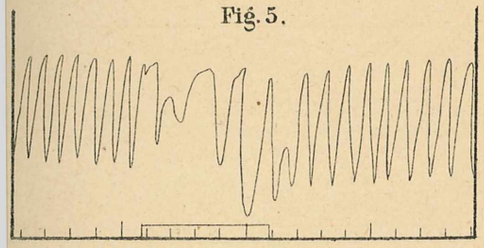


Fig. 6.

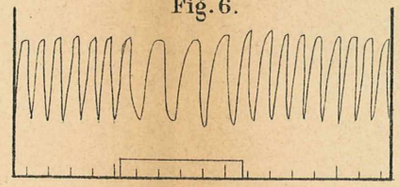


Fig. 7.

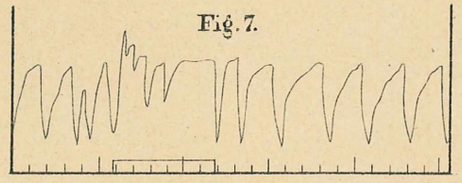


Fig. 8.

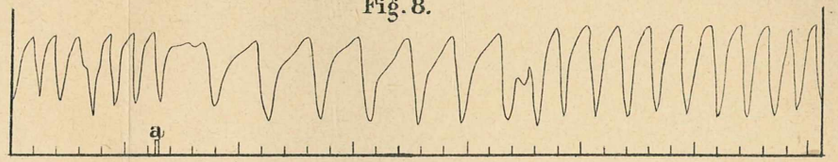


Fig. 9.

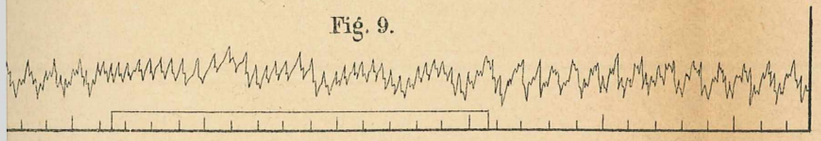


Fig. 10.

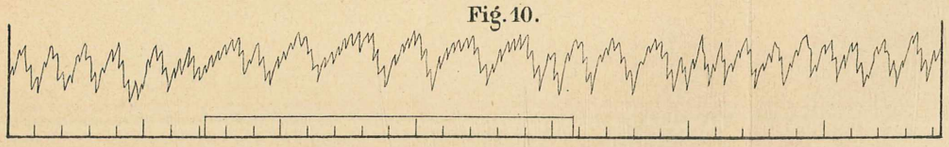


Fig. 11.

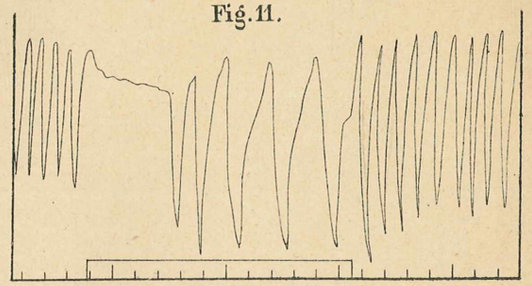


Fig. 12.

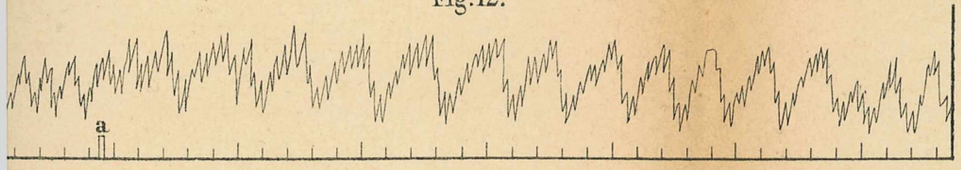


Fig. 13.

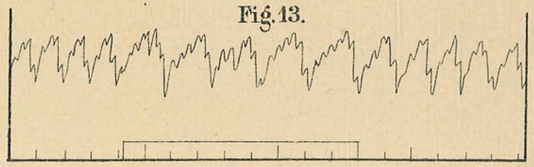


Fig. 19.

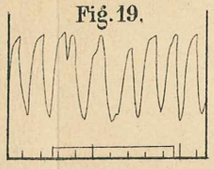


Fig. 14.

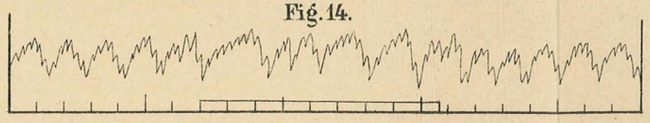


Fig. 15.

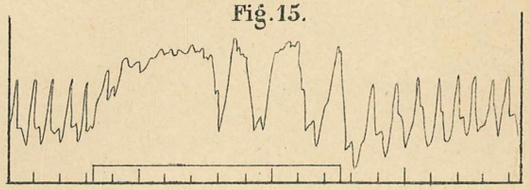


Fig. 16.

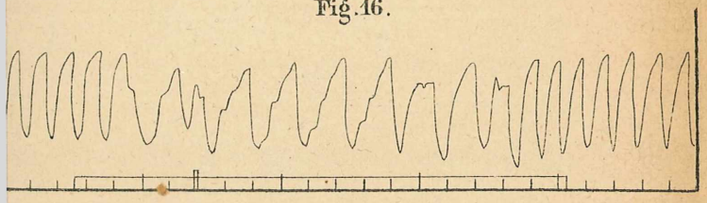


Fig. 17.

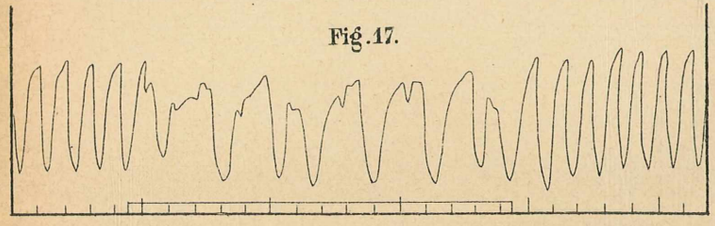
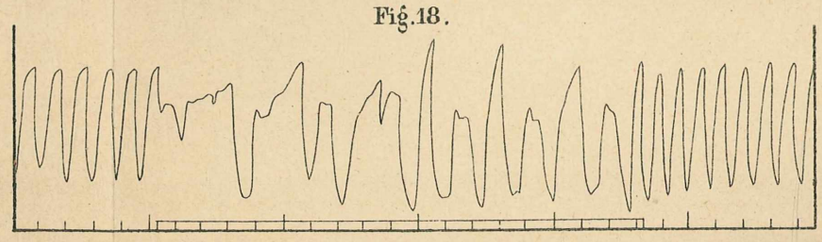


Fig. 18.



F. Schima lith.

Sitzungsb. d. kais. Akad. d. W. math. naturw. Classe LXXXVIII. Bd. III. Abth. 1883.

Druck v. J. Wagner, Wien.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 1.

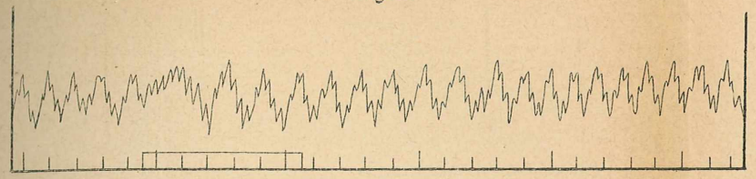


Fig. 2.

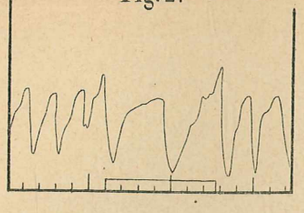


Fig. 3.

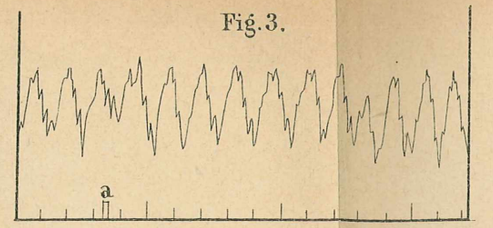


Fig. 4.

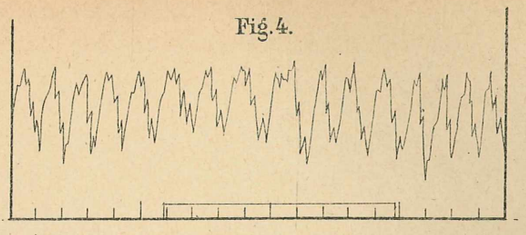


Fig. 5.

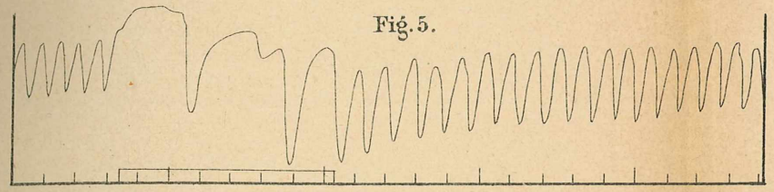


Fig. 6.

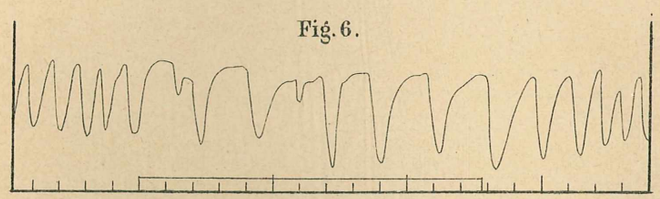


Fig. 7.

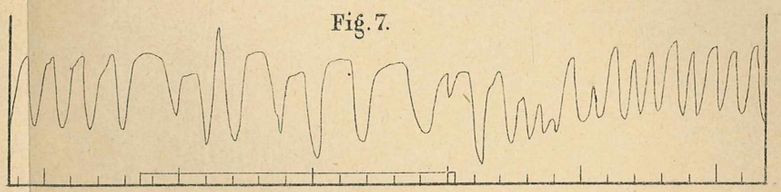


Fig. 8.

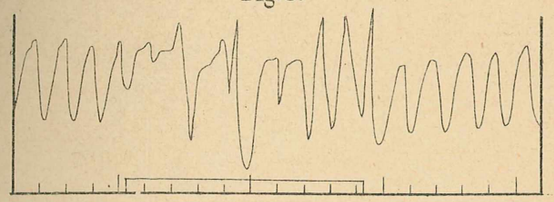


Fig. 9.

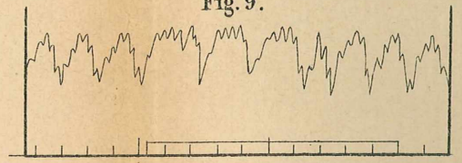


Fig. 17.

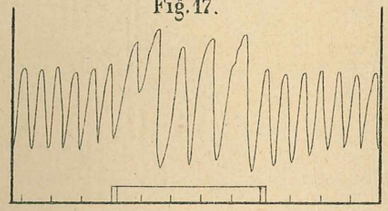


Fig. 10.

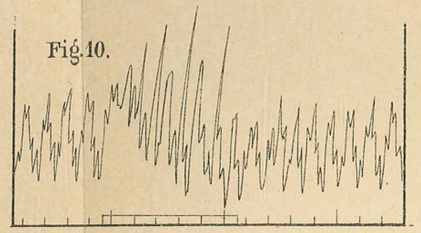


Fig. 11.

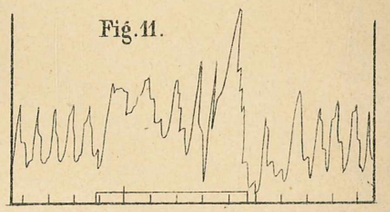


Fig. 12.

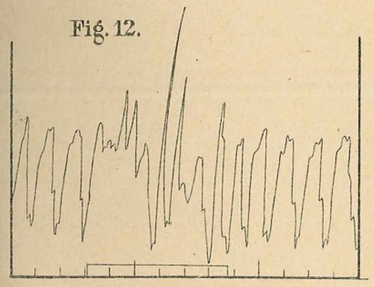


Fig. 13.

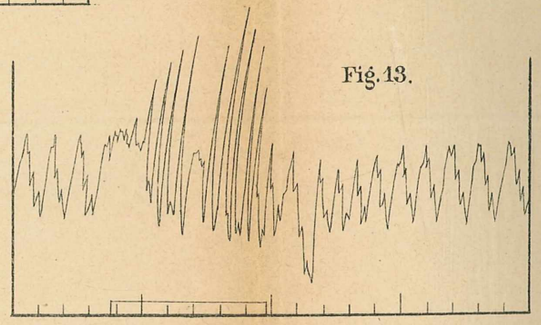


Fig. 14.

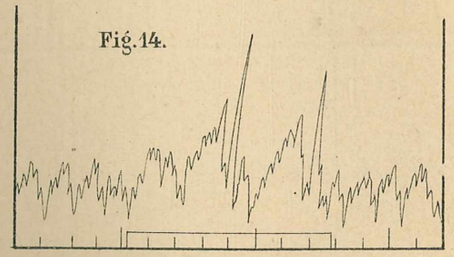


Fig. 18.

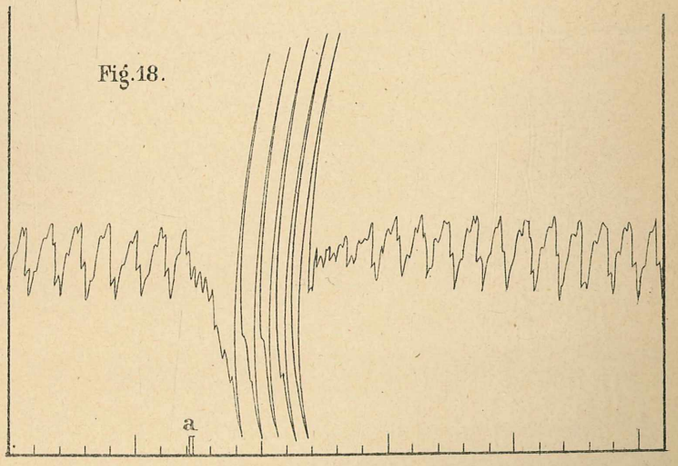


Fig. 15.

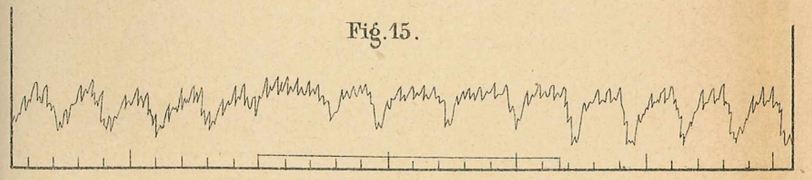
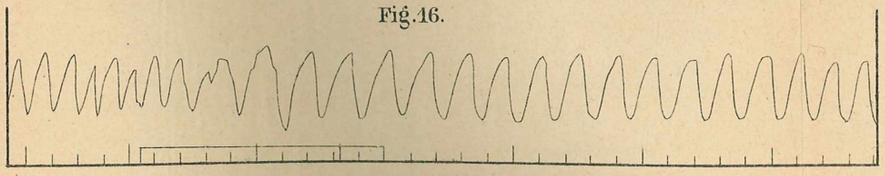


Fig. 16.



F. Schima lith.

Druck v. J. Wagner, Wien.

Sitzungsb. d. kais. Akad. d. W. math. naturw. Classe LXXXVIII. Bd. III. Abth. 1883.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 1.

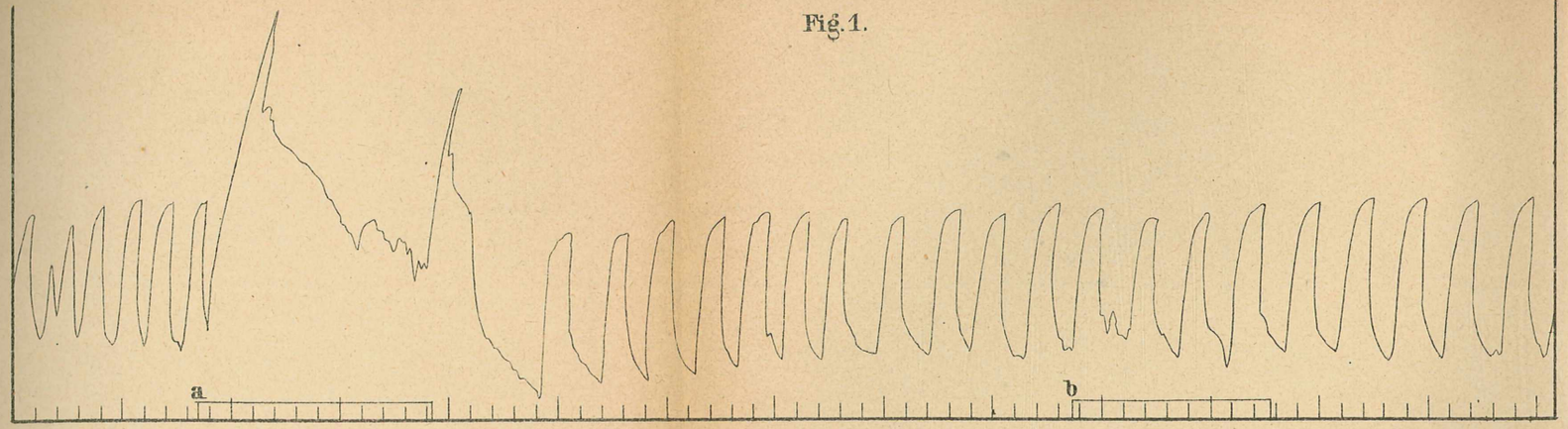


Fig. 2.

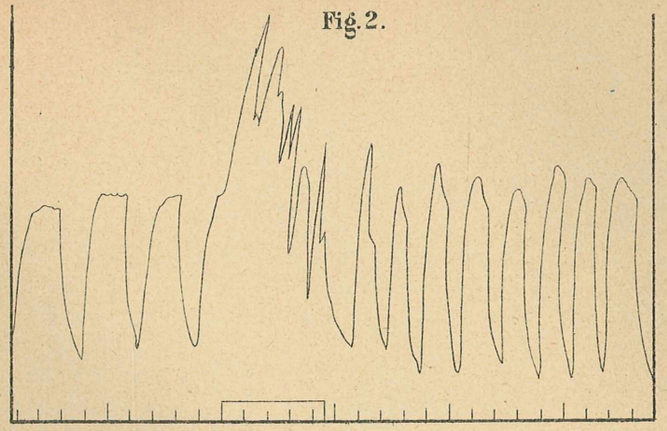


Fig. 3.

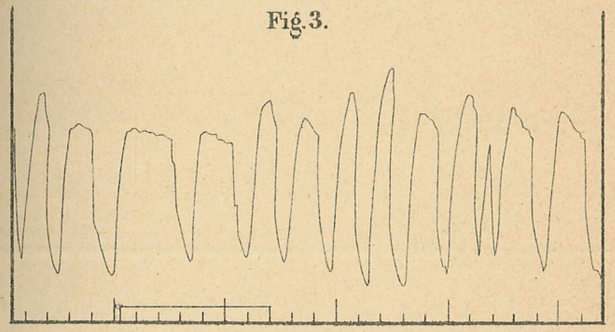


Fig. 4.

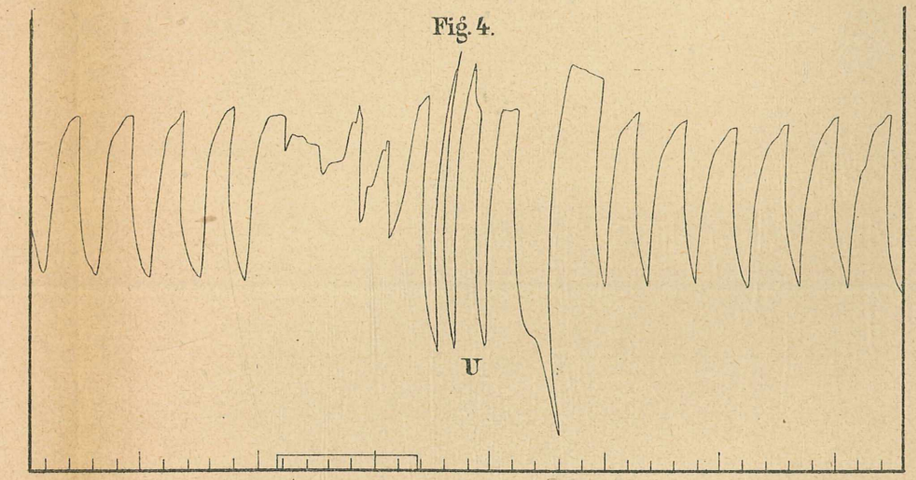


Fig. 5.

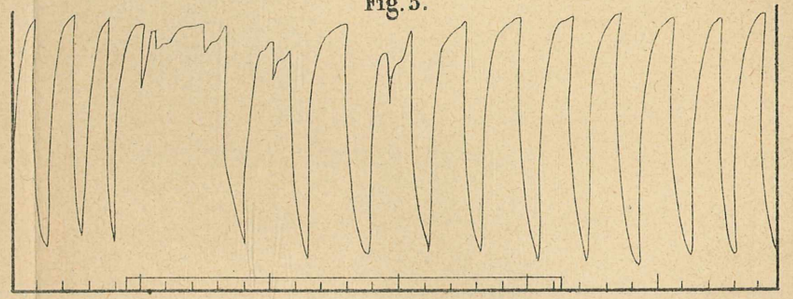


Fig. 6.

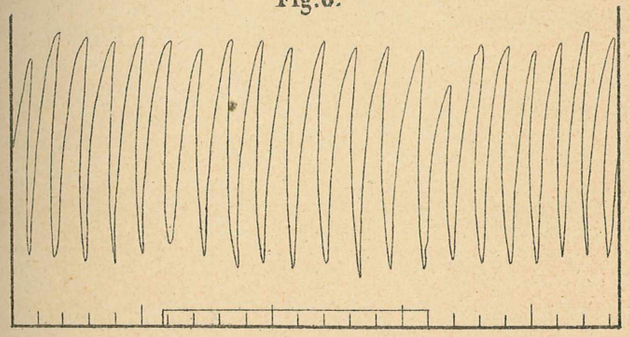


Fig. 7.

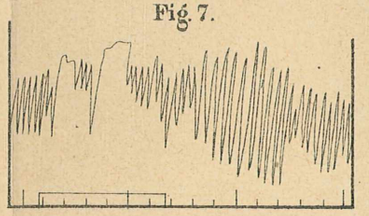


Fig. 8.

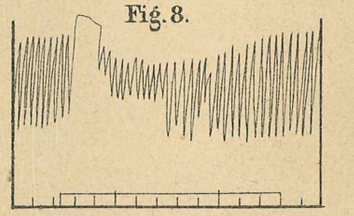


Fig. 9.

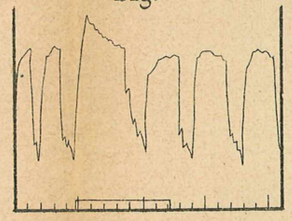


Fig. 10.

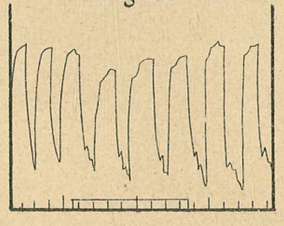


Fig. 11.

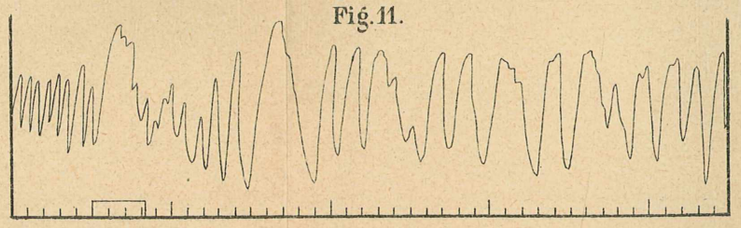
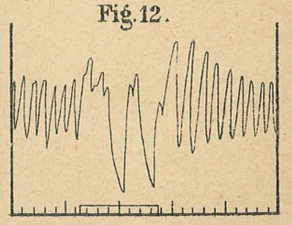


Fig. 12.



F. Schima lith.

Druck v. J. Wagner, Wien.

Sitzungsb. d. kais. Akad. d. W. math. naturw. Classe LXXXVIII. Bd. III. Abth. 1883.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 1.

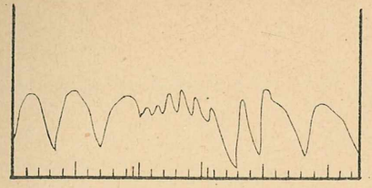


Fig. 2.

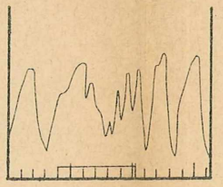


Fig. 3.

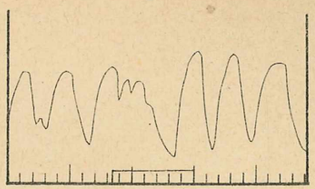


Fig. 4.

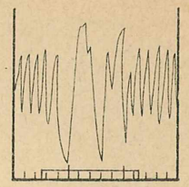


Fig. 5.

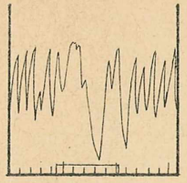


Fig. 6.

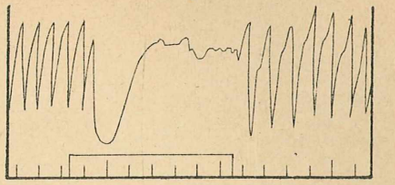


Fig. 7.

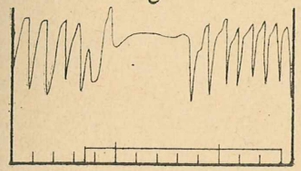


Fig. 8.

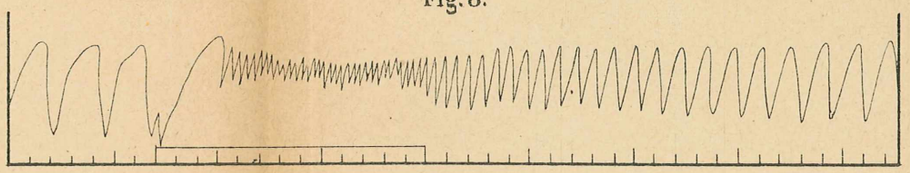


Fig. 9.

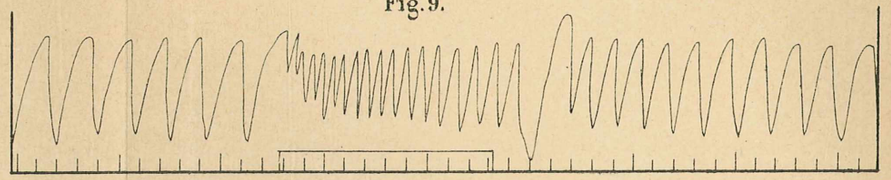


Fig. 10.

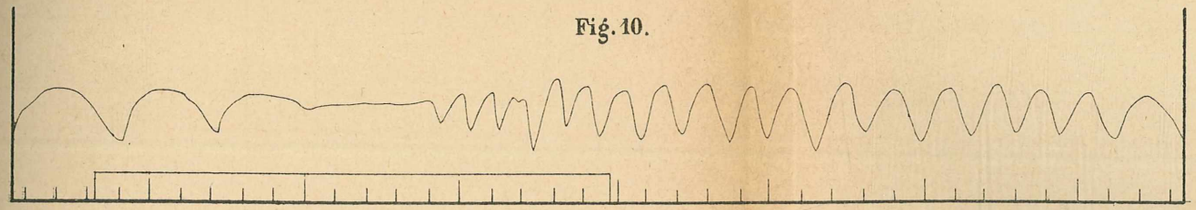


Fig. 11.

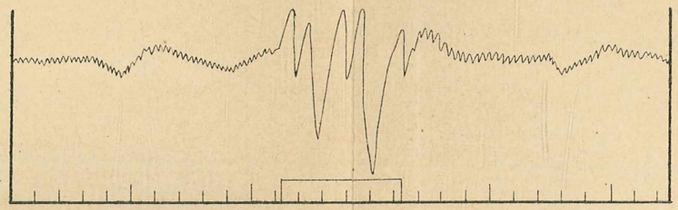


Fig. 12.

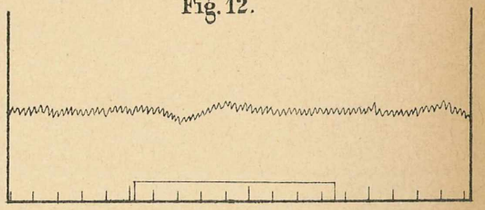


Fig. 13.

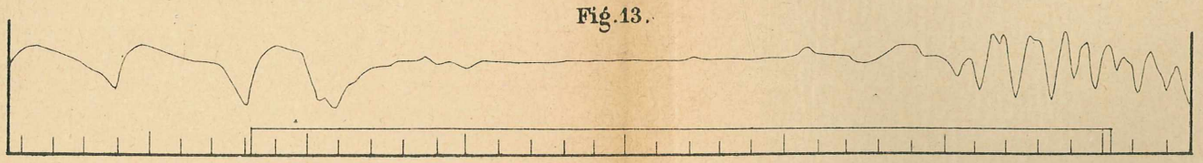


Fig. 14.

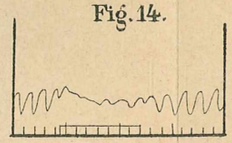


Fig. 15.

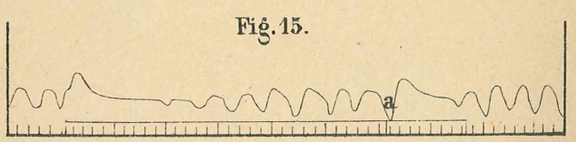


Fig. 16.

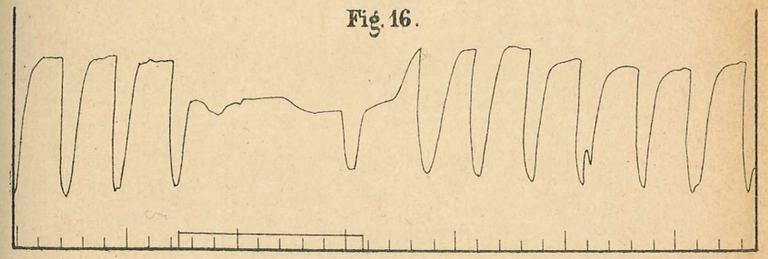


Fig. 17.

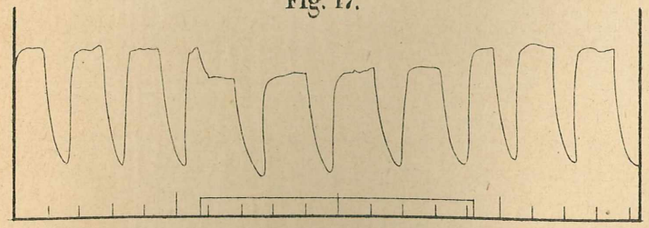
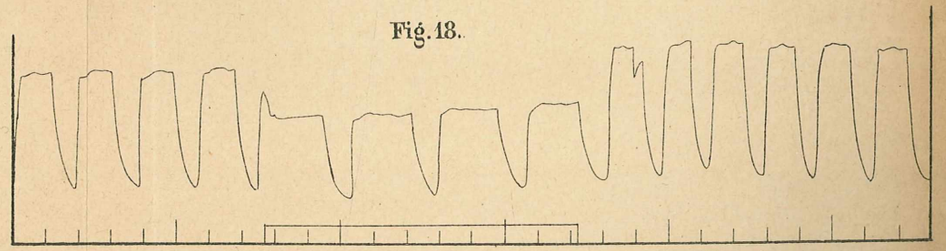


Fig. 18.



©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 2. Erregung des kopfwärts gelegenen Stumpfes des Laryngeus inferior an der Abgangsstelle des langen Trachealnerven. *J. R. A.* 15. *g. L.* Drittelgrösse der Curven.

3. Erregung des kopfwärts gelegenen Stumpfes des langen schräg verlaufenden Trachealnerven. *J. R. A.* 18. *g. L.* Drittel-Grösse der Curven.

4. Erregung eines kurzen horizontal verlaufenden, mit dem Laryngeus inferior zusammenhängenden Trachealzweiges. *J. R. A.* 18. *g. L.* Drittel-Grösse der Curven.

5. Erregung des kopfwärts gelegenen Stumpfes der Galen'schen Anastomose. *J. R. A.* 18. *g. L.* Drittel-Grösse der Curven.

Die auf Fig. 1—5 verzeichneten kleinen Wellen sind durch Schluckathmungen bedingt.

Fig. 6. Erregung des centralen Stumpfes des am Magen durchschnittenen Bauchvagus. *J. R. A.* 8. *g. L.*

7. Dasselbe bei gleicher Stromstärke an einem anderen Thiere. *g. L.*

8. Dasselbe bei gleicher Stromstärke, an einem anderen Thiere. *g. L.*

9. Zusammendrücken des aufgeblasenen Magens mittels der Hand bei dem Thiere, von dem Fig. 8 herstammt. *g. L.*

10. Aufblasen einer grösseren abgeschnürten Dünndarmparthie. *g. L.*

11. Erregung des kopfwärts gelegenen Stumpfes des langen schräg verlaufenden Trachealnerven. *J. R. A.* 15. *g. L.*

12. Erregung des gleichseitigen, brustwärts gelegenen Stumpfes dieses Nerven bei demselben ungemein frequent athmenden Thiere. *J. R. A.* 15. *g. L.*

13. Aufblasen des Magens. *g. L.*

14. Zerren an einer mit einer Hand fixirten Dünndarmschlinge. *g. L.* Drittelgrösse der Curven.

15. Aufblasen des Magens. Bei *a* Druck auf den aufgeblasenen Magen. *g. L.* Drittelgrösse der Curven.

16. Zerren an dem mit einer Hand fixirten Magen. *g. L.*

17. Aufblasen des Magens. Kaninchen. *g. L.*

18. Zerren am Magen. Kaninchen. *g. L.*

Tafel V.

Sämmtliche Curven stammen von nicht narkotisirten Kaninchen her.

Fig. 1 und 2. Erregung des centralen Stumpfes des Nervus depressor. *J. R. A.* 16. *g. L.* Quecksilbermanometer. Die Abscisse ist bei Fig. 1 um 35, bei 2 um 30 Mm. über ihr ursprüngliches Niveau hinaufgerückt.

3. Bei *a* Injection von $^1/_2$ CC. einer 20% Chloralhydratlösung in eine Juguralvene. *M.* Hustenstösse interferiren mit inspiratorischem Athmungsstillstande.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 4. Bei *a* Injection von einem CC. einer 10% Chloralhydratlösung in eine Jugularvene *g. L.* Federmanometer. Die Abscisse ist um 25 Mm. nach oben verrückt.

5. Bei *a)* Hemmung, bei *c)* Freigebung der Blutzufuhr zum Gehirn. Bei *b* Injection von ½ CC. einer 20% Chloralhydratlösung in eine Jugularvene. *g. L.* Quecksilbermanometer.
6. Verschluss der Pulmonalarterie. *g. L.* Quecksilbermanometer.
7. Bei *a* Verschluss, bei *c* Öffnen der Pulmonalarterie bei demselben Thiere kurz nach Aufnahme von Fig. 6. Bei *b* Injection von ½ CC. einer 20% Chloralhydratlösung in eine Jugularvene. *g. L.* Quecksilbermanometer.
8. Erregung des kopfwärts gelegenen Stumpfes des rechten Brustvagus. Bei *a* durch *J. R. A.* 25. bei *b)* durch Application eines Zinkkupferelementes bei aufsteigender Stromesrichtung. *M.*
9. Bei *a* Chloroforminhalation durch eine dicht über der oberen Brustapertur angelegte Trachealfistel. Dem Thiere waren vorher der linke Halsvagus und der rechte Laryngeus inferior dicht am Vagusstamme durchschnitten worden. *M.*